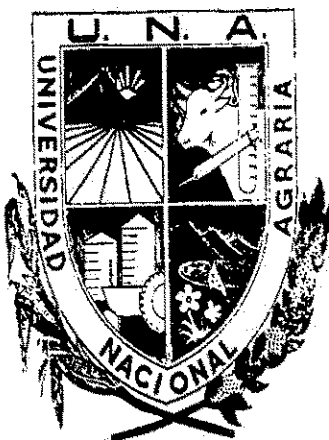


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE DESARROLLO RURAL**



TRABAJO DE DIPLOMA

**MEJORAMIENTO DE TRES COMPONENTES DEL SISTEMA TRADICIONAL
DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DEL AJONJOLI (*Sesamum indicum* L.), EN LA
VARIEDAD CUYUMAQUI**

Autores

Br. Verónica Muñoz García

Br. Orlando Cruz Mora

Asesor

Ing. Agr. Néstor Allan Alvarado D

Managua, Nicaragua, 2000

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE DESARROLLO RURAL**



TRABAJO DE DIPLOMA

**MEJORAMIENTO DE TRES COMPONENTES DEL SISTEMA TRADICIONAL
DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DEL AJONJOLI (*Sesamum indicum* L.), EN LA
VARIEDAD CUYUMAQUI**

Autores

**Br. Verónica Muñoz García
Br. Orlando Cruz Mora**

Asesor

Ing. Agr. Néstor Allan Alvarado D

**Presentada a la consideración del honorable tribunal examinador como requisito final
para optar al grado de Ingeniero Agrónomo.**

Managua, Nicaragua, 2000

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de diploma con mucho cariño y amor a los que siempre estuvieron apoyándome.

- **A DIOS:** por darme la vida, la salud y la inteligencia.
- **A mis padres :** Fidel Muñoz D., y Cándida Rosa García A.
- **A mis hermanos:** Juan José, Fidel Antonio, Mario Jesús, Jocksany Israel y Cynthia Gisselle. A todos ellos por su amor incondicional y por ser la razón de mi vida.
- **A mi padrino:** Ing. Livio E. Sáenz Mejía, por ser como un padre para mí al brindarme siempre su cariño y su apoyo incondicional.
- **A la Lic. Ximena Barreto Chamorro,** por el cariño que me ha brindado, sus buenos consejos y por apoyarme siempre en mi formación profesional.

Verónica Muñoz García

DEDICATORIA

Difícilmente hubiera podido culminar mis estudios de profesionalización. Por esta razón dedico este trabajo de diploma en primer lugar **A DIOS** por haberme dado la vida, la salud y la inteligencia. **A mi madre** por su apoyo incondicional; **a mi esposa e hijos** por ser la razón de mi vida y por estar siempre presentes dándome las palabras de ánimo en los momentos difíciles y por todo el trabajo que este esfuerzo ha significado.

Orlando Cruz Mora

AGRADECIMIENTOS

- **A Dios** por habernos dado la vida, la sabiduría y por permitirnos cumplir nuestros sueños anhelados de ser profesionales.
- **A nuestros padres** por ser la razón de nuestras vidas.
- **A nuestros hermanos** por su cariño y su amor incondicional, al estar siempre presentes en todos los momentos buenos y difíciles a lo largo de nuestras vidas.
- **A nuestro asesor** Ing. Agr. Néstor Allan Alvarado Díaz, por su valioso apoyo, por el tiempo dedicado y por habernos transmitido parte de sus conocimientos para poder realizar este trabajo de diploma.
- **A los docentes de la Universidad Nacional Agraria** que nos transmitieron sus valiosos conocimientos a lo largo de nuestra formación profesional.

Verónica Muñoz García
Orlando Cruz Mora

INDICE GENERAL

| Sección | Página |
|---|------------|
| INDICE GENERAL | i |
| INDICE DE TABLAS | iii |
| INDICE DE FIGURAS | v |
| RESUMEN | vi |
| | |
| I. INTRODUCCION | 1 |
| II. MATERIALES Y METODOS | 3 |
| 2.1. Descripción del lugar y experimentos | 3 |
| 2.1.1. Clima | 3 |
| 2.1.2. Suelo | 4 |
| 2.1.3. Descripción de los diseños experimentales | 4 |
| 2.2. Variables evaluadas | 8 |
| 2.3. Análisis económico | 9 |
| 2.4. Manejo agronómico | 11 |
| | |
| III. RESULTADOS Y DISCUSION | 13 |
| 3.1. Efecto de períodos de enmalezamiento y de control de malezas sobre la dinámica de las malezas en el cultivo del ajonjolí | 13 |
| 3.1.1. Abundancia | 13 |
| 3.1.2. Diversidad | 14 |
| 3.1.3. Biomasa | 16 |
| 3.2. Efecto del mejoramiento de tres componentes del sistema tradicional de Producción del ajonjolí sobre el crecimiento del cultivo | 18 |
| 3.2.1. Altura de planta | 18 |
| 3.2.2. Diámetro del tallo | 20 |
| 3.2.3. Número de hojas por planta | 22 |
| 3.3. Efecto del mejoramiento de tres componentes del sistema tradicional de Producción del ajonjolí sobre el rendimiento y sus principales componentes | 25 |
| 3.3.1. Número de cápsulas por planta | 25 |
| 3.3.2. Número de semillas por cápsulas | 27 |
| 3.3.3. Peso de mil semillas | 28 |
| 3.3.4. Plantas cosechadas por ha | 30 |
| 3.3.5. Plantas acamadas por ha | 31 |

| Sección | Página |
|---|---------------|
| 3.3.6. Rendimiento en kg/ha | 33 |
| 3.4. Análisis económico a los datos de los tratamientos del ensayo de niveles y fraccionamiento del nitrógeno | 37 |
| 3.4.1. Presupuesto parcial | 37 |
| 3.4.2. Análisis de dominancia | 37 |
| 3.4.3. Análisis Marginal | 39 |
| IV. CONCLUSIONES | 40 |
| V. RECOMENDACIONES | 41 |
| VI. LITERATURA CITADA | 42 |

INDICE DE TABLAS

| Tabla No. | | Página |
|-----------|--|--------|
| 1. | Propiedades químicas del suelo. Finca la Concepción, Nagarote, León | 4 |
| 2. | Descripción de los tratamientos del ensayo de densidades de siembra en el cultivo del ajonjolí. Finca la Concepción, época de primera de 1999. Nagarote, León Nicaragua | 4 |
| 3. | Descripción de los tratamientos del ensayo de períodos de enmalezamiento y de control de malezas en el cultivo del ajonjolí. Finca La Concepción, Nagarote. Época de postrera de 1999. León, Nicaragua | 5 |
| 4. | Factores estudiados en el ensayo de dosis y fraccionamiento del nitrógeno en el cultivo del ajonjolí. Finca la Concepción, Nagarote, León. Época de postrera de 1999 | 6 |
| 5. | Descripción de los tratamientos del ensayo de dosis y fraccionamiento del nitrógeno en el cultivo de ajonjolí. Finca la Concepción, Nagarote, León. Época de postrera de 1999 | 7 |
| 6. | Efecto del mejoramiento de tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí sobre la altura de planta en cm. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999 | 20 |
| 7. | Efecto del mejoramiento de tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí sobre el diámetro del tallo en cm. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999 | 22 |
| 8. | Efecto del mejoramiento de tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí sobre el número de hojas por planta. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999 | 24 |
| 9. | Efecto del mejoramiento de tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí sobre el número de cápsulas por planta. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999 | 26 |
| 10. | Efecto del mejoramiento de tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí sobre el número de semillas por cápsula. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999 | 28 |

| Tabla No. | | Página |
|------------------|--|---------------|
| 11. | Efecto del mejoramiento de tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí sobre el peso de mil semillas en gramos. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999 | 29 |
| 12. | Efecto del mejoramiento de tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí sobre el número de plantas cosechadas/ha. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999 | 31 |
| 13. | Efecto del mejoramiento de tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí sobre el número de plantas acamadas por ha. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999 | 32 |
| 14. | Efecto del mejoramiento de tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí sobre el rendimiento de grano en kg/ha. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999 | 36 |
| 15. | Presupuesto parcial de los tratamientos. Ensayo de niveles y fraccionamiento del nitrógeno. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999 | 38 |
| 16. | Análisis de dominancia de los tratamientos. Ensayo de niveles y fraccionamiento del nitrógeno. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999 | 38 |
| 17. | Análisis marginal. Ensayo de niveles y fraccionamiento del nitrógeno. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999 | 39 |

INDICE DE FIGURAS

| Figura No. | | Página |
|------------|--|--------|
| 1. | Climatograma de la Finca La Concepción. Nagarote, León. Epoca de Postrera de 1999 | 3 |
| 2. | Influencia de períodos de enmalezamiento y de control de malezas sobre la abundancia de las malezas en el cultivo del ajonjolí. Finca La Concepción. Epoca de postrera de 1999. Nagarote, León Nicaragua | 14 |
| 3. | Influencia de períodos de enmalezamiento y de control de malezas sobre la diversidad de las malezas en el cultivo del ajonjolí. Finca La Concepción. Epoca de postrera de 1999. Nagarote, León Nicaragua | 15 |
| 4. | Influencia de períodos de enmalezamiento y de control de malezas sobre la biomasa de las malezas en el cultivo del ajonjolí. Finca La Concepción. Epoca de postrera de 1999. Nagarote, León Nicaragua | 17 |
| 5. | Determinación del período crítico de competencia de malezas en el cultivo del ajonjolí, variedad Cuyumaqui. Finca La Concepción. Epoca de postrera de 1999. Nagarote, León Nicaragua | 35 |

RESUMEN

Con la finalidad de mejorar tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) se realizó el siguiente trabajo. Por lo tanto, se trabajó con los siguientes componentes del sistema: la densidad de siembra, la dosis y fraccionamiento de nitrógeno y el período crítico de competencia de malezas en la variedad Cuyumaquí. Para estudiar las densidades de siembra, se estableció un ensayo unifactorial en la época de primera de 1999 en donde se probaron siete densidades de siembra. A la densidad que indujo al mayor rendimiento se le determinó la dosis y momento de aplicación del fertilizante nitrógenado, para lo cual se estudiaron diferentes niveles (29.62, 59.24 y 88.86 kg/ha) y fraccionamiento (100 por ciento a los 25 dds; 50 por ciento a los 25 dds y 50 por ciento a los 45 dds y 100 por ciento a los 45 dds) de nitrógeno sobre el rendimiento del cultivo; para determinar el período crítico de competencia de malezas se estableció un experimento unifactorial en donde se incluyeron tratamientos enmalezados y limpios (15, 30, 45, 60, 75 y 100 dds respectivamente). De las siete densidades evaluadas, la que dio el mayor rendimiento fue la de 119,043 plantas/ha con una producción de 991 kg/ha, la dosis que indujo al máximo rendimiento fue la de 88.86 kg de nitrógeno/ha, y el mejor momento de aplicación fue cuando se fraccionó el nitrógeno 50 por ciento a los 25 dds y 50 por ciento a los 45 dds, y cuando se combinaron ambos niveles (a_3b_2) se obtuvo la más alta rentabilidad económica (tratamiento a_3b_2) con un rendimiento de 1,450 kg de grano por hectárea y una tasa de retorno marginal del 400 por ciento; así mismo, se llegó a la conclusión que el período crítico de competencia de maleza para el cultivo del ajonjolí se determinó a partir de los 15 hasta los 60 días después de la siembra.

I. INTRODUCCION

En la agricultura nicaragüense, el Ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) se cultiva desde 1938 (Rodríguez, 1974). Es un cultivo cuya exportación constituye un factor económico importante en la economía nacional, ya que la demanda de la semilla de ajonjolí va en aumento por el interés comercial e industrial despertado por la misma, debido a su alto contenido de aceite (cerca del 50 %); su utilización en la industria del pan, elaboración de dulces, alimento humano y animal (Centeno, 1994).

Tradicionalmente el cultivo del ajonjolí ha sido sembrado por pequeños y medianos productores, los cuales carecen de una tecnología adecuada y no han logrado obtener rendimientos cercanos al potencial genético de las diversas variedades que se siembran en el país, de tal forma, que el rendimiento ha fluctuado en los años 90/97 en una estimación de 400 kg/ha, los cuales se consideran muy bajos con relación al potencial genético de las variedades que pueden alcanzar hasta más de 1 000 kg/ha. (MAG, 1998).

Dentro de los componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí, se pueden mencionar entre otros: La preparación de suelo, variedad utilizada, control de plagas y enfermedades, densidad de siembra, fertilización nitrogenada y el control de malezas. Estos mismo, si carecen de una tecnología inadecuada, son una limitante en la producción del rendimiento de grano del ajonjolí (PAAT, 1992).

Con respecto a la densidad de siembra, ésta ha sido reconocida como uno de los componentes del sistema que contribuye a la producción de granos. Tomando en cuenta lo antes mencionado, Avila *et al* (1991) plantea que las densidades de siembra no óptimas, en el ajonjolí han influido negativamente en el rendimiento. Así mismo, CRAT (1976) plantea que para elevar los rendimientos de este cultivo, se hace necesario aplicar fertilizantes nitrogenados, ya que este elemento es muy importante como complemento de la fertilidad natural del suelo para satisfacer las necesidades del cultivo. Por otro lado se plantea que los efectos negativos del rendimiento se asocian a la presencia de malezas y su mal control en el ciclo del cultivo. Al respecto, Aleman

(1991), explica que los efectos de las poblaciones de malezas han dado como resultado una disminución en el crecimiento y desarrollo del cultivo, conllevando con esto a una disminución drástica en el rendimiento al competir con el cultivo, en lo que se refiere, a la absorción de los nutrientes del suelo, la humedad y la luz solar. Competencia que por lo general se produce en un periodo de tiempo en el cual se afecta el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del ajonjolí.

La importancia de estudiar estos tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí (densidad de siembra, fertilización nitrogenada y control de malezas) que conlleven a una transformación de los mismos para elevar los rendimientos del cultivo, motiva a realizar un estudio científico más riguroso para cumplir los siguientes objetivos:

1. Evaluar el efecto de siete densidades de siembra sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del ajonjolí.
2. Determinar el periodo crítico de competencia de malezas a la mejor densidad de siembra seleccionada.
3. Determinar la dosis y momento de aplicación del nitrógeno, que induzca al aumento de los rendimientos a la mejor densidad de siembra seleccionada.
4. Evaluar la rentabilidad de las dosis y fraccionamiento del nitrógeno en función de los costos variables y beneficios netos para determinar el tratamiento más rentable.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1. Descripción del lugar y experimentos

2.1.1. Clima

Los experimentos se realizaron en los terrenos de la finca La Concepción, Nagarote, la cual se encuentra ubicada en el departamento de León, cuyas coordenadas corresponden a 12° 30' latitud norte y 86° 30' longitud oeste, a una altura de 60 m.s.n.m. La zonificación ecológica según Holdridge (1982) es del tipo de bosque seco tropical. Los ensayos se realizaron en la época de primera (21 de mayo al 20 de agosto) y postrera (2 de septiembre al 12 de diciembre) de 1999. Las condiciones climatológicas ocurridas durante el periodo del ensayo se presentan en la Figura 1.

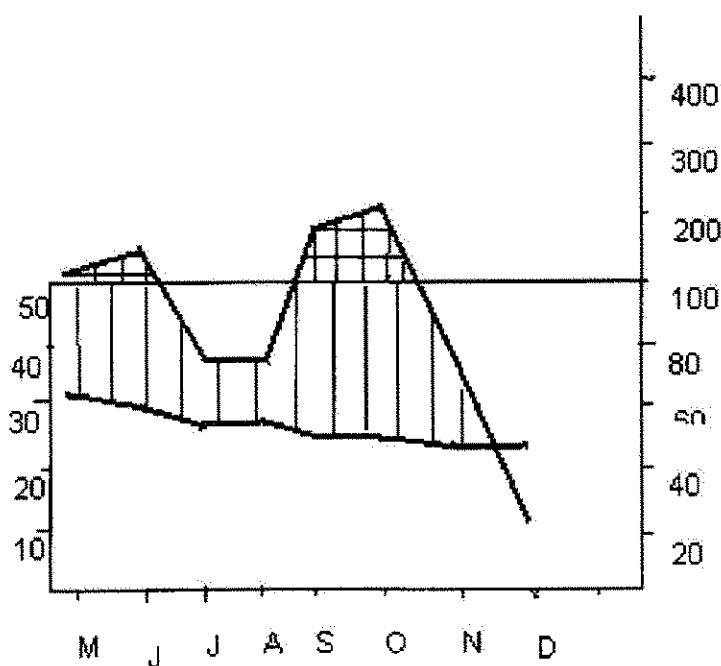


Figura 1. Climatograma de la Finca La Concepción, Nagarote, León. Época de Postrera de 1999

2.1.2. Suelo

El suelo donde se estableció el ensayo pertenece a la serie Nagarote y se caracteriza por ser profundo a moderadamente superficial, bien drenado y derivado de ceniza volcánica reciente (MAG, 1971). Las propiedades químicas del mismo se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades químicas del suelo. Finca la Concepción, Nagarote, León

| Propiedades químicas | | | | |
|-----------------------|----------|-------------|---------|--------------|
| pH (H ₂ O) | M.O. (%) | N total (%) | P (ppm) | K (meq/100g) |
| 6.8 | 2.40 | 0.12 | 2.9 | 2.23 |

Fuente: Laboratorio de Suelo y Agua, UNA, 1999.

M.O.: Materia orgánica.

2.1.3 Descripción de los diseños experimentales

En la época de primera se estudiaron las densidades de siembra. Para ello, se estableció en un diseño experimental de bloque completo al azar (BCA), unifactorial con 7 tratamientos y cuatro repeticiones. La descripción de los mismos se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Descripción de los tratamientos del ensayo de densidades de siembra en el cultivo del ajonjolí. Finca la Concepción, época de primera de 1999. Nagarote, León Nicaragua

| Tratamiento | Descripción | |
|-------------|--------------------------------|------------|
| | Distancia entre surco y planta | Plantas/ha |
| A | 0.65 m x 0.16 m | 96 150 |
| B | 0.60 m x 0.16 m | 104 163 |
| C | 0.55 m x 0.16 m | 113 632 |
| D | 0.70 m x 0.12 m | 119 043 |
| E | 0.65 m x 0.12 m | 128 200 |
| F | 0.60 m x 0.12 m | 138 884 |
| G | 0.55 m x 0.12 m | 151 510 |

Las dimensiones del ensayo fueron las siguientes:

| | | | | | |
|---------------------------------|---------------------|---|---------------------|---|----------------------|
| a) Arrea de la parcela útil | 2.4 m | x | 4 m | = | 9.6 m ² |
| b) Área de parcela experimental | 4.6 m | x | 5 m | = | 23 m ² |
| c) Área del bloque | 32.2 m | x | 5 m | = | 161 m ² |
| d) Área entre bloque | 32.2 m ² | x | 3 | = | 96.6 m ² |
| d) Área total 4 bloques | 161m ² | x | 4 blq | = | 644 m ² |
| e) Área total del experimento | 644 m ² | + | 96.6 m ² | = | 740.6 m ² |

Con el mejor tratamiento que resultó del experimento de las densidades, en postrera se establecieron dos experimentos. El primero consistió en evaluar periodos de enmalezamiento y de control de malezas, estableciéndose en un diseño de bloque completo al azar (BCA), unifactorial con doce tratamientos y cuatro repeticiones, tal como se describen en la Tabla 3.

Tabla 3. Descripción de los tratamientos del ensayo de periodos de enmalezamiento y de control de malezas en el cultivo del ajonjolí. Finca La Concepción, Nagarote. Época de postrera de 1999. León, Nicaragua

| TRATAMIENTOS | DESCRIPCION |
|--------------|-------------------------------|
| 1 | Enmalezados hasta los 15 dds |
| 2 | Enmalezados hasta los 30 dds |
| 3 | Enmalezados hasta los 45 dds |
| 4 | Enmalezados hasta los 60 dds |
| 5 | Enmalezados hasta los 75 dds |
| 6 | Enmalezados hasta los 100 dds |
| 7 | Limpio hasta los 15 dds |
| 8 | Limpio hasta los 30 dds |
| 9 | Limpio hasta los 45 dds |
| 10 | Limpio hasta los 60 dds |
| 11 | Limpio hasta los 75 dds |
| 12 | Limpio hasta los 100 dds |

dds: días después de la siembra.

Las dimensiones del ensayo fueron las siguientes:

| | | | | | |
|---------------------------------|----------------------|---|----------------------|---|-----------------------|
| a) Área de la parcela útil | 4 m | x | 1.4 m | = | 5.6 m ² |
| b) Área de parcela experimental | 5 m | x | 4.2 m | = | 21.0 m ² |
| c) Área del bloque | 5 m | x | 50.4 m | = | 252.0 m ² |
| d) Área entre bloque | 4 m | x | 50.4 m ² | = | 206.6 m ² |
| e) Área total 4 bloques | 4 blq | x | 206.6 m ² | = | 826.4 m ² |
| e) Área total del experimento | 206.6 m ² | + | 826.4 m ² | = | 1013.0 m ² |

La unidad experimental estuvo constituida por seis surcos de 5 m de longitud, separados por 0.70 m de máximo entre surco y 0.12 m mínimo entre planta. A los dos surcos centrales se les quito 0.5 m en cada extremo para constituir el área de la parcela útil.

El segundo experimento consistió en evaluar la dosis de nitrógeno, fraccionamiento del nitrógeno y la interacción de ambos factores. El ensayo se estableció en un diseño de parcelas divididas, arregladas en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones (Pedroza, 1993). Los factores estudiados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Factores estudiados en el ensayo de dosis y fraccionamiento del nitrógeno en el cultivo del ajonjolí. Finca la Concepción, Ngarote, León. Época de postrera de 1999

| Factor A: Dosis de nitrógeno en Kg/ha. | Factor B: Fraccionamiento del nitrógeno |
|--|---|
| a ₁ : 29.62 kg | b ₁ : 100 % a loa 25 dds. |
| a ₂ : 59.24 kg | b ₂ : 50 % a los 25 dds y 50 % a los 45 dds. |
| a ₃ : 88.86 kg | b ₃ : 100 % a los 45 dds |

Nota: dds significa días después de la siembra

Los tratamientos se constituyeron combinando cada uno de los niveles del Factor A con todos los niveles de cada uno del Factor B, tal como se describen en la Tabla 5.

Tabla 5. Descripción de los tratamientos del ensayo de dosis y fraccionamiento del nitrógeno en el cultivo de ajonjolí. Finca la Concepción, Nayarote, León. Época de postrera de 1999

| Tratamientos | Descripción |
|-------------------------------|---|
| a ₁ b ₁ | 29.62 kg/ha de N aplicado 100 % a los 25 dds |
| a ₁ b ₂ | 29.62 kg/ha de N aplicado 50 % a los 25dds y 50 % a los 45 dds |
| a ₁ b ₃ | 29.62 kg/ha de N aplicado 100 % a los 45 dds |
| a ₂ b ₁ | 59.24 kg/ha de N aplicado 100 % a los 25 dds |
| a ₂ b ₂ | 59.24 kg/ha de N aplicado 50 % a los 25 dds y 50 % a los 45 dds |
| a ₂ b ₃ | 59.24 kg/ha de N aplicado 100 % a los 45 dds |
| a ₃ b ₁ | 88.86 kg/ha de N aplicado 100 % a los 25 dds |
| a ₃ b ₂ | 88.86 kg de N aplicado 50 % a los 25dds y 50 % a los 45 dds |
| a ₃ b ₃ | 88.86 kg de N aplicado 100 % a los 45 dds |

Las dimensiones del ensayo fueron las siguientes:

| | | | |
|-------------------------------|----------------------------|---|------------------------|
| a) Área de la parcela útil | 4 m x 1.4 m | = | 5.60 m ² |
| b) Área de la sub-parcela | 5 m x 4.2 m | = | 21.0 m ² |
| c) Área de la parcela grande | 5 m x 21 m | = | 105.0 m ² |
| d) Área de una repetición | 5 m x 63 | = | 315.0 m ² |
| e) Área entre repetición | 1 m x 63 m x 3 | = | 189.0 m ² |
| f) Área de 4 repeticiones | 315 m ² x 4 | = | 1 260.0 m ² |
| g) Área total del experimento | :1260 m ² + 189 | = | 1 449.0 m ² |

2.2. Variables evaluadas

Para todos los experimentos, en 10 plantas tomadas al azar de la parcela útil se realizaron todas las observaciones de las características a medir. Las variables evaluadas fueron las siguientes:

2.2.1 Malezas

- a) Para evaluar el comportamiento de las malezas, se utilizó el marco de 1 m² (colocado 3 veces en la parcela útil y en dirección diagonal). Para los tratamientos 1 al 5 y 7 al 11 (Tabla 2) se evaluaron a los 15, 30, 45, 60 y 75 dds. El 6 y 12 se evaluaron a los 100 dds y antes de la cosecha del cultivo. A todos los tratamientos se les midieron las siguientes variables:

2.2.2 Cultivo

- a1) Abundancia: Se contó el número total de plantas por especies encontradas.
- a2) Diversidad: Se totalizó el número de especie/tratamiento.
- a3) Biomasa: Se determinó el peso seco por especie en g/m².
- b) A los 75 dds se midieron en los tres ensayos las siguientes características:
 - b1) Altura de planta (cm): se tomó la altura de la planta desde el nivel de la superficie del suelo hasta la base de la yema terminal del tallo.
 - b2) Diámetro del tallo (cm.): se estimó en la parte media de la longitud del tallo.
 - b3) Número de hojas/planta: Se contaron las hojas funcionales de la planta.
- c) A la cosecha:
 - c1) Número de cápsula/planta: Se contó el total de cápsulas por planta.
 - c2) Número de semillas/cápsulas: Se contó el total de semillas por cápsulas.
 - c3) Peso de mil semillas: Se contó de cada tratamiento mil semillas y se pesaron en balanza analítica al 6 por ciento de humedad.
 - c4) Plantas cosechadas por ha.
 - c5) Plantas acamadas por ha.
 - c6) Rendimiento en kg/ha: Se cosecharon las plantas de la parcela útil y se pesó en kg el rendimiento de grano de la parcela útil al 6 por ciento de humedad. A los efectos de la presentación de estos resultados, estos se determinaron en kg/ha.

Los datos obtenidos de las variables se evaluaron de la siguiente forma: para la variable de malezas se realizó un análisis descriptivo por medio de gráficas. Las variables de crecimiento y rendimiento, se evaluaron mediante el análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias a través de Duncan al 95 por ciento de confiabilidad.

2.3. Análisis económico

Los resultados obtenidos del ensayo de niveles y fraccionamiento del nitrógeno se sometieron a un análisis económico para evaluar la rentabilidad de los tratamientos, con el fin de brindar información acerca de cual de los tratamientos es más rentable. La metodología empleada para la realización de este análisis fue a través del presupuesto parcial y el análisis de tasa de retorno marginal, según la metodología propuesta por el CIMMYT (1988), que a continuación se describe:

Presupuesto parcial: Organiza los datos del experimento para obtener los costos y beneficios netos de cada uno de los tratamientos, tomando en cuenta los siguientes componentes:

- Rendimiento medio (kg/ha): Se toman en cuenta todos los rendimientos medios de los tratamientos que se están evaluando.
- Rendimientos Ajustados (kg/ha): Se ajusta el rendimiento medio de cada uno de los tratamientos evaluados al 10 %, para reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con los tratamientos.
- Beneficios brutos de campo (C\$/ha): El beneficio bruto de campo de cada tratamiento se calcula multiplicando el precio de campo del producto por el rendimiento ajustado.

- Precio de campo del producto: El precio de campo del producto se define como el valor que tiene para el agricultor una unidad adicional de producción en el campo, antes de la cosecha. Para calcularlo se toma el precio que el agricultor recibe (o podría recibir) por el producto cuando lo vende y se le restan todos los costos relacionados con la cosecha y venta que son proporcionales al rendimiento, es decir, los costos que se pueden expresar por kilogramo del producto.
- Costos que varían (C\$/ha): Los costos que varían son los costos (por ha) relacionados con los insumos comprados, la mano de obra y la maquinaria, que varían de un tratamiento a otro.
- Beneficios netos (C\$/ha): Los beneficios netos para cada tratamiento se calcula restando el total de los costos que varían de los beneficios brutos de campo.

El análisis de Tasa de retorno marginal: El análisis marginal compara los costos que varían con los beneficios netos de cada tratamiento y contempla los siguientes análisis:

- Análisis de dominancia: Examina los costos que varían, ordenando los tratamientos de menores a mayores totales de los costos que varían. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costo que varían más bajos.
- La tasa de retorno marginal: La tasa de retorno marginal nos revela exactamente como los beneficios netos de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida y se calcula dividiendo los beneficios netos marginales entre los costos marginales expresado en por ciento.

2.4. Manejo Agronómico

La preparación del suelo para todos los experimentos fue mecanizada y consistió en un pase de arado de disco a 20 cm de profundidad y dos pases de gradas, realizándose el último pase de grada dos días antes de la siembra. El surcado se realizó con rayador manual y la siembra fue de forma manual.

La variedad estudiada fue la Cuyumaquí. Esta variedad presenta las siguientes características: presenta un ciclo de 90-100 días; produce hasta 5 ramas principales, con algunas ramas secundarias; la altura de planta varía de 150 a 200 cm; el tallo es cuadrangular, de color verde claro, sin pelos y la parte inferior es gruesa y fuerte. Las hojas inferiores son lobuladas de color verde claro, sin pelos, con borde dentado y peciolo largo sin pelo. Las hojas superiores son de forma lanceolada, verde oscuras, sin pelo y bordes lisos. El peciolo de estas hojas es corto y sin pelos. Las flores son acampanadas de color blanco lila en la parte externa y blanco con una mancha amarilla en la parte interna. La floración comienza entre los 38 y 40 días después de la germinación. Los frutos son dehiscentes, verdes oscuros, glabro y se produce un fruto por axila. Las semillas son de color café claro y la variedad tienen un potencial de producción de 1 000 kg/ha.

El experimento de las densidades de siembra se sembró el 21 de mayo de 1999 y la distancia de siembra utilizada fue la descrita en la Tabla 2. La fertilización de fondo se llevó a cabo utilizando la fórmula completa 10-30-10 al momento de la siembra a razón de 129 kg/ha, y en la fertilización nitrogenada se utilizó Urea (46% de nitrógeno), aplicándose 129 kg/ha (50 % a los 20 días después de la siembra y el otro 50 % al inicio de la floración).

Los experimentos de periodos de enmalezamiento y de control de malezas y dosis y fraccionamiento del nitrógeno se sembraron el 2 de septiembre de 1999. Para ambos ensayos, la distancia de siembra fue de 0.70 m x 0.12 m para una densidad de 119 043 plantas/ha.

Para el experimento de periodos de enmalezamiento y de control de malezas la fertilización completa y nitrogenada se realizó igual a la descrita en el ensayo de densidades de siembra. Para el experimento de los niveles y fraccionamiento del nitrógeno la fertilización completa se realizó utilizando la fórmula 12-30-10 al momento de la siembra a razón de 129 kg/ha y la fertilización nitrogenada se efectuó de acuerdo a los tratamientos descritos en la Tabla 4, utilizando Urea 46 por ciento de nitrógeno.

Para todos los ensayos, el control de plagas del suelo se efectuó aplicando al momento de la siembra carbofuran (Furadán) al 5 por ciento a razón de 16.3 kg/ha. Se realizaron controles de plagas (*Spodoptera spp* y *Nezara viridula*) a los 40 y 65 dds, aplicando monocrotofos CS 40 (Nuvacron) a razón de 1.5 litros/ha. El control de malezas se efectuó manualmente, manteniendo libre de malezas a los ensayos hasta que el cultivo cerró calle, a excepción del experimento de periodos de enmalezamiento y de control de malezas, en donde la maleza se controló de acuerdo a la descripción presentada en la Tabla 3. La cosecha se realizó de forma manual a los 100 días después de la siembra.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Efectos de períodos de enmalezamiento y de control de malezas sobre la dinámica de las malezas en el cultivo del ajonjolí

3.1.1. Abundancia

La abundancia se define como el número de individuos (malezas) por unidad de área, y no refleja la competitividad de la especie sino que está regida por la distribución de las especies y las condiciones que éstas encuentran para germinar en cualquier área (Pohlan, 1994).

En la Figura 2, se presentan los resultados de los períodos de enmalezamiento y periodos de control sobre la abundancia de las malezas. Se puede apreciar que en los tratamientos enmalezados, la abundancia inicial a los 15 dds fue de 19 individuos/m². Conforme se incrementaron los períodos de enmalezamiento, la abundancia también se incremento, alcanzándose las mayores abundancias cuando los tratamientos se mantuvieron enmalezados hasta los 60, 75 y 100 dds (51, 50 y 55 individuos/m²). Del complejo de malezas, las dicotiledóneas (dico) ejercieron mayor presencia que las monocotiledóneas. En los tratamientos limpios, las mayores abundancias se obtuvieron en los tratamientos con control de malezas hasta los 15 y 30 dds, con 80 y 61 individuos/m² respectivamente, y las malezas de la clase dicotiledóneas (dico) predominaron sobre las monocotiledóneas (mono).

En los tratamientos enmalezados, el comportamiento de las malezas muestra que la especie *Melampodium divaricatum* L. (dico), alcanzó la mayor abundancia: 4 individuo/m² a los 15 dds, 10 individuo/m² a los 30 dds, 15 individuo/m² a los 45 dds, 18 individuo/m² a los 60 dds, 20 individuo/m² a los 75 y 100 dds. Para las monocotiledóneas, la especie *Leptochloa filiformis* (Lam) Beauv obtuvo la mayor abundancia: 2 individuo/m² a los 15 dds, 4 individuo/m² a los 30 dds, 7 individuo/m² a los 45 dds, 11 individuo/m² a los 60 dds, 5 individuo/m² a los 75 dds y 2 individuo/m² a los 100 dds.

En los tratamientos limpios, el comportamiento de las especies de malezas con relación a la abundancia total, muestra que la especie *Melanthera aspera* L., (dico) alcanzó la mayor abundancia: 20 individuo/m² a los 15 dds, 19 individuo/m² a los 30 dds, 5 individuo/m² a los 45, 60 y 75 dds. Para las monocotiledoneas, la especie *Cyperus rotundus* L., obtuvo la mayor abundancia: 15 individuo/m² a los 15 y 30 dds, 5 individuo/m² a los 45 dds y 1 individuo/m² a los 75 dds.

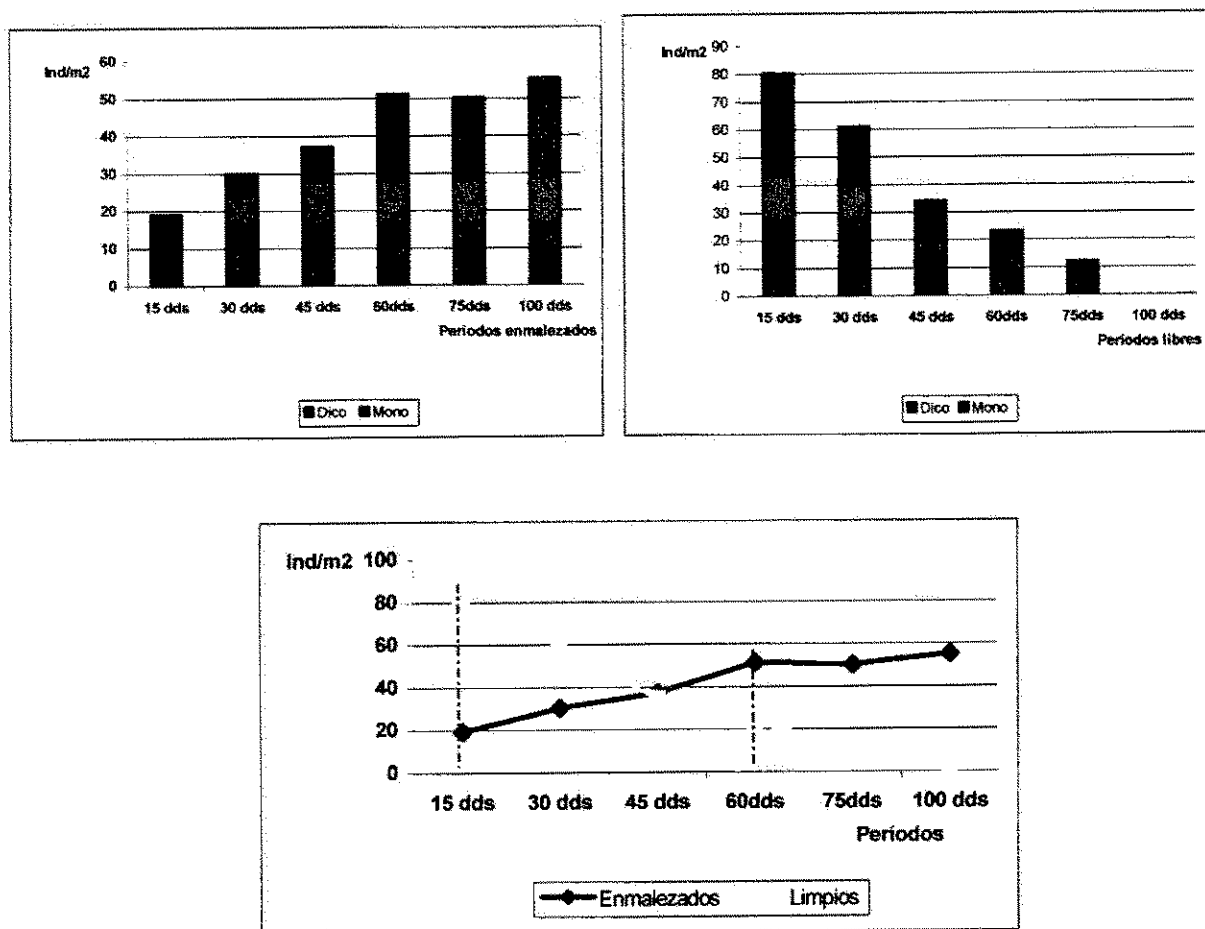


Figura 2 Abundancia de malezas en distintos periodos de enmalezamiento y de control de malezas en el cultivo del Ajonjolí variedad Cuyumaqui. Epoca de Postrera 1999 Nagarote, León.

3.1.2. Diversidad

El término de diversidad se refiere al número de especies de malezas que aparecen durante el ciclo de un cultivo. La diversidad de malezas, es una herramienta importante para la toma de decisiones al momento de diseñar una estrategia de manejo de las mismas, y nos permite conocer las especies que predominan en las áreas de cultivo (Alemán, 1991).

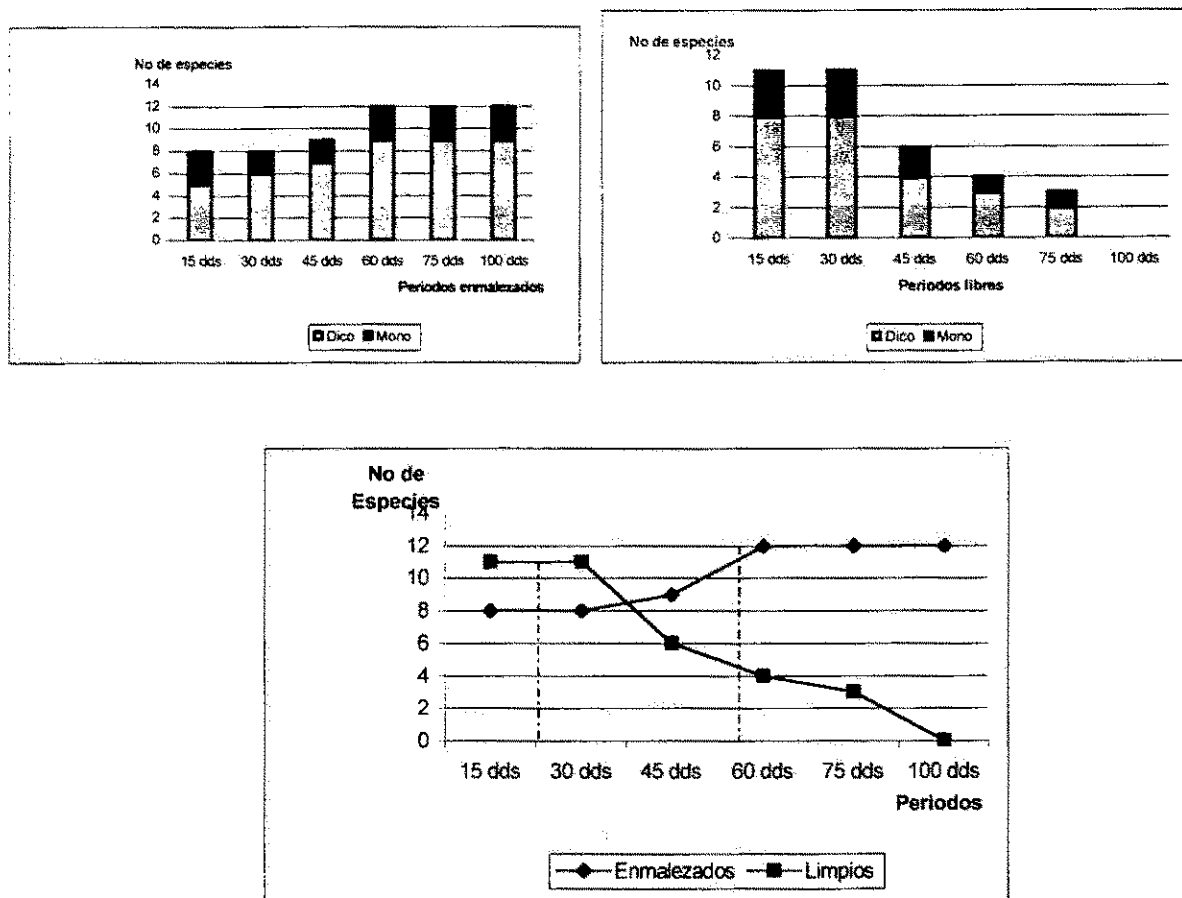


Figura 3. Diversidad de malezas en diferentes periodos de enmalezamientos y control de malezas en el cultivo del ajonjolí, variedad Cuyumaqui. Epoca de Postrera 1999. Nagarote León

3.1.3. Biomasa

La acumulación de biomasa por parte de la maleza es la respuesta al conjunto de factores ambientales, por lo tanto es una medida universal para estimar la producción de la cenosis de malezas en competencia con los cultivos (Aleman, 1991). La biomasa de las malezas es quizás el principal indicador de la competencia de las malezas, por lo general se encuentra relacionado con el rendimiento, existiendo buenas correlaciones entre las producciones de biomasa de las malezas y la reducción de los rendimientos en el cultivo (Jiménez, 1996).

Si se analiza el comportamiento de la diversidad de las malezas de los tratamientos en estudio, se puede observar en la Figura 3, que en los tratamientos enmalezados (hasta 15, 30, 45, 60, 75 100 dds), la mayor diversidad se obtuvo cuando los tratamientos se estuvieron enmalezados hasta los 60, 75 y 100 dds), “12 especies/m²” y del complejo de malezas, las dicotiledóneas ejercieron mayor presencia que las monocotiledóneas. En los tratamientos limpios (hasta 15, 30, 45, 60, 75 100 dds), la mayor diversidad se obtuvo en los tratamientos limpios (hasta los 15, y 30 dds, (con 11 especies/m²), y la clase de las dicotiledóneas predominó sobre las monocotiledóneas.

En los tratamientos enmalezado hasta a los 60 dds , 75 y 100 dds, de las 13 especies/m² encontradas, 9 pertenecían a las dicotiledóneas [*Amaranthus spinosus* L., *Argemone mexicana* L., *Phyllanthus amarus* Schum, *Ipomoea purpurea* L., *Melampodium divaricatum* L., *Melochia pyramidata* L., *Sida acuta* Burmf, *Sida spinosa* L., y *Solanum nodiflorum* (Jacq)] y 4 a las monocotiledóneas [*Cyperus rotundus* L., *Isophorus unisetus* (Presl), *Leptochloa filiformis* (Lam), y *Rottoboellia cochinchinensis* L].

En los tratamientos limpios hasta los 15 y 30 dds, de las 11 especies/m² encontradas, 7 pertenecían a las dicotiledóneas [*Argemone mexicana* L., *Phyllanthus amarus* Schum, *Kallstroemia maxima* L., *Melampodium divaricatum* L., *Melanthera áspera* L., *Portulaca oleracea* L., y *Sida acuta* Burmf] y 4 especies a las monocotiledóneas (*Cyperus rotundus* L., *Digitaria sanguinalis* L., *Leptochloa filiforme* (Lam) y *Rottoboellia cochinchinensi*].

En la Figura 4 se presentan los resultados de los diferentes períodos de enmalezamientos sobre la biomasa de las malezas. Si se observa los tratamientos enmalezados hasta los 15, 30 y 45 dds se obtuvo el menor peso seco acumulado de malezas ($18, 37$ y 79 g/m^2) y los mayores valores de peso seco se obtuvieron con los tratamientos enmalezados hasta los 60, 75 y 100 dds con 140 gr/m^2 . En todos los diferentes períodos de enmalezamientos, las dicotiledóneas acumularon la mayor biomasa en comparación a las monocotiledóneas. En los tratamientos limpios hasta 15, 30, 45, 60, 75 100 dds, la mayor biomasa se alcanzó a los 15 y 30 dds con 130 g/m^2 y la misma fue perdiendo peso en la medida que los tratamientos se mantuvieron limpios y menos enmalezados, alcanzándose los menores valores a los 60 y 75 dds, con 38 y 21 g/m^2 .

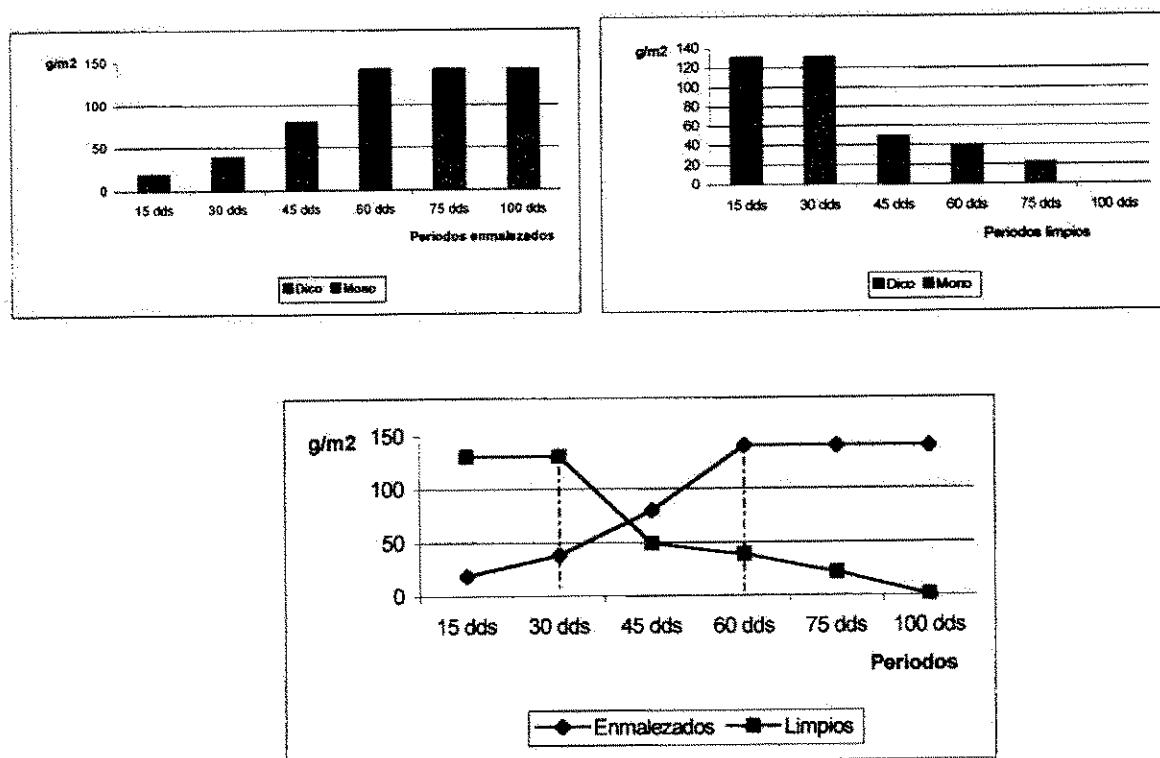


Figura 4. Influencia de períodos de enmalezamiento y de control de malezas sobre la biomasa de las malezas en el cultivo del ajonjolí. Finca La Concepción. Época de postrera de 1999. Nagarote, León Nicaragua

3.2. Efecto del mejoramiento de tres componentes del sistema tradicional de producción del ajonjolí sobre el crecimiento del cultivo

Gómez & Minelli (1990), plantean que el crecimiento es el aumento de materia seca, es un proceso irreversible que puede ser medido en base a algún parámetro, tales como la altura, por lo tanto es un fenómeno cuantitativo.

3.2.1. Altura de planta

La altura de planta es una variable que nos permite medir el crecimiento del cultivo. Yagodin *et al.*, (1982) señalaba que esta puede verse afectada por la acción conjunta de cuatro factores: luz, calor, humedad y densidad de siembra. Esto concuerda con lo señalado por Neumaier (1975), quien afirma que aumentando las densidades de población se incrementa la altura de planta, ya que los tallos se vuelven más delgados, entrenudos mas largos y por consiguiente las plantas son mas altas.

En la Tabla 6 se presentan los resultados del estudio del mejoramiento de los tres componentes del sistema de producción del cultivo del ajonjolí obtenidos para la variable altura de planta en centímetro. Para las densidades de siembra, la mayor altura se reportan en los tratamientos F y G (150.10 y 150.50 cm) y en último lugar el tratamiento A con 138.55 cm. El resto de los tratamientos (B, C, D, y E) su altura osciló entre 141.62 y 146.12 cm quedando en segundo lugar del orden de mérito de las medias de los tratamientos.

Estas diferencias de altura de planta encontradas entre las diferentes densidades de siembra evaluadas se atribuyen a la competencia que se dio entre planta y planta por la luz solar, conllevando con estos a que los tallos de las mismas se vuelvan más delgados, entrenudos más largos y por consiguiente las plantas son mas altas. Estos resultados coinciden con los encontrados por Uriarte & Tapia (1997), en un estudio similar (pero con la variedad Mejicana), en donde demostraron que aumentando las densidades de siembra se incrementó la altura de planta. Los tratamientos ABCDE tienen menos altura que el tratamiento A, posiblemente porque éste tiene menos plantas por hectárea, por lo tanto, existe menos competencia por espacio y luz.

Al analizar el efecto de los diferentes períodos de enmalezamiento y de control de malezas sobre la altura final, se aprecia que las mayores alturas se obtuvieron con los tratamientos 1, 9, 10, 11 y 12 (enmalezado hasta los 15 dds y limpio hasta los 45, 60, 75 y 100 dds) y sin diferencias estadísticas entre los mismos, y la menor altura se desarrollo en el tratamiento que estuvo enmalezado todo el tiempo (T_6) con 140 cm.

Estas diferencias significativas de altura encontradas entre los períodos de enmalezamiento y de control de malezas se deben al efecto que ejercieron las malezas en la competencia con el cultivo por la luz solar, agua y nutrientes del suelo. Estos resultados concuerdan con los encontrados por Alvarado & Cruz (1998), en un estudio similar a este, de periodo critico de competencia de malezas en el cultivo del ajonjolí pero para la variedad Mejicana, en donde la variable altura de planta fue afectada por los diferentes períodos de enmalezamiento.

De los niveles y fraccionamientos de nitrógeno evaluados, cuando se aplicó la dosis de 88.86 kg/ha de nitrógeno (nivel a_3) se alcanzó la mayor altura (147.58 cm) difiriendo significativamente con el nivel a_1 (29.62 kg/ha) y el nivel a_2 (139.11 kg/ha). En el Factor fraccionamiento cuando se aplicó el nitrógeno fraccionado 50 por ciento a los 25 dds y el otro 50 por ciento a los 45 dds (nivel b_2) se desarrolló la mayor altura con 141.14 cm, sin diferencias significativas con el nivel b_1 (100 por ciento a los 25 dds) y si difiriendo estadísticamente con el nivel b_3 (100 por ciento a los 45 dds). Al analizar el efecto de la interacción de los Factores, se puede apreciar que el tratamiento a_3b_2 alcanzo la mayor altura con 148.16 cm y sin diferencias estadísticas con los tratamientos a_3b_3 y a_3b_1 (148.03 y 146.56 cm respectivamente). La menor altura de planta se dio en los tratamientos a_1b_1 , a_1b_2 y a_1b_3 (tratamientos donde se aplicó la dosis de 29.62 kg/ha de nitrógeno, ya fraccionado 100 por ciento a los 25 dds, 50 por ciento a los 25 dds y 50 por ciento a los 45 dds, y 100 por ciento a los 45 dds).

Tabla 6.Efecto del mejoramiento de tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí sobre la altura de planta en cm. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999

| Densidad de siembra | | Períodos de enmalezamiento y de control | | Niveles y fraccionamientos del nitrógeno | | | |
|---------------------|-----------|---|----------|---|-----------|-------------------------------|----------|
| | | | | Factores en estudios | | A x B | |
| Trat | Alt (cm) | Trat | Alt (cm) | Factor A: Niveles de N | Alt (cm) | Trat | Medias |
| A | 138.55 b | 1 | 163.7 a | a ₁ : 29.62 | 133.47 ab | a ₃ b ₂ | 148.16 a |
| B | 141.65 ab | 2 | 156.7 ab | a ₂ : 59.24 | 139.11 ab | a ₃ b ₃ | 148.03 a |
| C | 144.00 ab | 3 | 154.3 ab | a ₃ : 88.86 | 147.58 a | a ₃ b ₁ | 146.56 a |
| D | 145.20 ab | 4 | 152.7 ab | AN | * | a ₂ b ₂ | 141.06 b |
| E | 146.12 ab | 5 | 151.8 ab | C. V. (%) | 13.40 | a ₂ b ₁ | 138.13 b |
| F | 150.10 a | 6 | 140.0 c | Factor B: Fraccionamientos | | a ₂ b ₃ | 138.13 b |
| G | 150.50 a | 7 | 156.4 ab | b ₁ : 100 % 25 dds | 140.55 a | a ₁ b ₁ | 136.96 c |
| C.V. | 4.38 | 8 | 159.8 ab | b ₂ : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds | 141.14 a | a ₁ b ₂ | 134.20 c |
| AN | * | 9 | 163.5 a | b ₃ : 100 % 45 dds | 138.47 b | a ₁ b ₃ | 129.26 c |
| | | 10 | 162.7 a | AN | * | AN | * |
| | | 11 | 164.0 a | C. V. (%) | 3.83 | C.V. | 3.83 |
| | | 12 | 165.7 a | | | | |
| | | C.V. | 8.9 | | | | |
| | | AN | * | | | | |

Trat = tratamiento; Alt =altura; AN= andeva; C.V. = coeficiente de variación en porcentaje.

3.2.2. Diámetro del tallo

La capacidad de los tallos de una variedad para permanecer erecta en el campo tiene gran importancia para la obtención de altos rendimientos. El acame se produce como resultado del encorvado o rotura de los tallos, debido a su poco vigor (Poehlman, 1985).

Sánchez (1985), afirma que el diámetro del tallo del ajonjolí es una característica varietal, pero entre las plantas de una misma variedad, el diámetro puede ser afectado por la influencia de las densidades de siembra.

Al analizar el orden de mérito de las medias de los tratamientos del efecto del mejoramiento de los tres componentes del sistema de producción del cultivo del ajonjolí sobre el diámetro del tallo, se puede apreciar en la Tabla 7 que para el componente densidad de siembra en primer lugar quedó el tratamiento A con 1.47 cm de diámetro; en segundo lugar quedaron los tratamientos B, C, D y E (con 1.15 cm, 1.11, 1.08 y 1.04 cm de diámetro) y en tercer lugar quedaron los tratamientos F y G con 1.01 y 0.99 cm de diámetro. Se puede apreciar que hay una tendencia a disminuir el diámetro del tallo en la medida que se fueron aumentando las densidades de siembra. Esto se debe a la competencia por la luz solar que se dio entre planta y planta, volviéndose los entrenudos del tallo más largos y conllevando con esto a una reducción del diámetro del tallo. Resultados similares al comportamiento de esta variable encontraron Moreira & Romero (1999), en un estudio de diferentes períodos de enmalezamiento en el cultivo del ajonjolí para la misma variedad Cuyumaquí.

Para los períodos de enmalezamiento y de control de malezas no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, pero si hay diferencias estadísticas para los niveles de nitrógeno, fraccionamiento del nitrógeno y la interacción de ambos factores. Cuando se aplicó la dosis de 88.86 kg/ha de nitrógeno (nivel a_3) se alcanzó el mayor diámetro (1.19 cm) difiriendo significativamente con el nivel a_1 y el nivel a_2 . En el Factor fraccionamiento cuando se aplicó el nitrógeno fraccionado 50 por ciento a los 25 dds y el otro 50 por ciento a los 45 dds (nivel b_2) se desarrolló el mayor diámetro con 1.11 cm, sin diferencias significativas con el nivel b_1 (100 por ciento a los 25 dds) y si difiriendo estadísticamente con el nivel b_3 (100 por ciento a los 45 dds). Al analizar el efecto de la interacción de los Factores, se puede apreciar que el tratamiento a_3b_1 alcanzó el mayor diámetro con 1.23 cm y difiriendo estadísticamente con el resto de los tratamientos.

Resultados similares para esta variable encontraron Flores & García (1988), en un estudio de diferentes niveles y fraccionamiento del nitrógeno en el cultivo del ajonjolí para la variedad Mejicana, en donde la dosis de 88.86 kg/ha y el tratamiento a_3b_1 alcanzaron los mayores diámetro del tallo.

Tabla 7.Efecto del mejoramiento de tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí sobre el diámetro del tallo en cm. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999

| Densidad de siembra | | Períodos de enmalezamiento y de control | | Niveles y fraccionamientos del nitrógeno | | | |
|---------------------|---------|---|--------|---|--------|-------|---------|
| | | | | Factores en estudios | | A x B | |
| Trat | Dia | Trat | Dia | Factor A: Niveles de N | Dia | Trat | Dia |
| A | 1.47 a | 1 | 1.10 a | a ₁ : 29.62 | 1.03 b | a3b1 | 1.23 a |
| B | 1.15 ab | 2 | 1.03 a | a ₂ : 59.24 | 1.08 b | a3b2 | 1.19 ab |
| C | 1.11 ab | 3 | 0.97 a | a ₃ : 88.86 | 1.19 a | a3b3 | 1.15 b |
| D | 1.08 ab | 4 | 0.91 a | AN | * | a2b2 | 1.11 bc |
| E | 1.04 ab | 5 | 0.90 a | C. V. (%) | 9.99 | a2b1 | 1.09 bc |
| F | 1.01 b | 6 | 0.90 a | Factor B: Fraccionamientos | | a1b2 | 1.03 bc |
| G | 0.99 b | 7 | 0.95 a | b ₁ : 100 % 25 dds | 1.11 a | a1b3 | 1.03 bc |
| C.V. | 24.21 | 8 | 1.01 a | b ₂ : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds | 1.11 a | a2b3 | 1.03 bc |
| AN | * | 9 | 1.10 a | b ₃ : 100 % 45 dds | 1.07 a | a1b1 | 1.02 bc |
| | | 10 | 1.11 a | AN | * | AN | * |
| | | 11 | 1.11 a | C. V. (%) | 5.66 | C.V. | 14.6* |
| | | 12 | 1.12 a | | | | |
| | | C.V. | 11.35 | | | | |
| | | AN | NS | | | | |

Trat = tratamiento; Dia =diámetro; AN= andeva; C.V. = coeficiente de variación en porcentaje.

3.2.3. Número de hojas por planta

El cultivo del ajonjolí desarrolla de 10 a más de 120 hojas funcionales/planta, y las mismas van a estar en dependencia de la variedad, condiciones agro ecológicas y manejo que se le dé al cultivo. Las hojas son los principales órganos para la realización de la fotosíntesis, y la concentración de nutrientes en las mismas influyen en el crecimiento rendimiento del cultivo (Barahona & Gago, 1996).

Al respecto, Quilantan (1993) señala que las hojas de las plantas son afectadas por los contenidos de nutrientes del suelo, siendo la falta del elemento nitrógeno el que más las afecta.

Los resultados indican (Tabla 8) que no se encontraron diferencias significativas entre las densidades de siembra evaluadas. No obstante, si se analiza el comportamiento numérico de las medias, se puede observar que hay una tendencia de disminución de hojas/planta en la medida que se aumentan las densidades de siembra, lo cual viene a confirmar lo planteado por Quilantán (1983), quien dice que a diferentes densidades de siembra habrá diferentes numero de hojas/planta. Así mismo, Uriarte & Tapia (1997), en un estudio de diferentes densidades de siembra para la variedad Mejicana, encontraron que al aumentar las densidades de siembra, el número de hojas/planta disminuye, aunque sin diferencias significativas. Lo anterior es corroborado por estos resultados para la variedad Cuyumaqui.

Para los períodos de enmalezamiento y de control de malezas no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, pero si hay diferencias estadísticas para los niveles, fraccionamiento y la interacción nitrógeno-fraccionamiento. Cuando se aplicó la dosis de 88.86 kg/ha de nitrógeno (nivel a_3) se alcanzó el mayor número de hojas por planta (52) y difiriendo significativamente con el nivel a_1 y el nivel a_2 . En el Factor fraccionamiento cuando se aplicó el nitrógeno fraccionado 50 por ciento a los 25 dds y el otro 50 por ciento a los 45 dds (nivel b_2) se desarrollo el mayor número de hojas por planta (49), con diferencias significativas con el nivel b_1 (100 por ciento a los 25 dds) y nivel b_3 (100 por ciento a los 45 dds). Al analizar el efecto de la interacción de los Factores, se puede apreciar que el tratamiento a_3b_2 alcanzo la mayor producción de hojas funcionales (55 hojas/planta) y difiriendo estadísticamente con el resto de los tratamientos.

Resultados similares a esto, obtuvieron Blanco & Mairena (1993) en un estudio del efecto de diferentes niveles y fraccionamiento del nitrógeno sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo del ajonjolí variedad Turen, en donde la dosis de 88.86 kg/ha de nitrógeno aplicada en dos momentos (50 por ciento a los 20 dds y 50 por ciento al inicio de floración) indujo a obtener el mayor número de hojas por planta.

Tabla 8. Efecto del mejoramiento de tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí sobre el número de hojas por planta. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999

| Densidad de siembra | | Períodos de enmalezamiento y de control | | Niveles y fraccionamientos del nitrógeno | | | |
|---------------------|--------|---|--------|---|--------|-------|--------|
| | | | | Factores en estudios | | A x B | |
| Trat | H/ptas | Trat | H/ptas | Factor A: Niveles de N | H/ptas | Trat | H/ptas |
| A | 80 a | 1 | 63 a | a ₁ : 29.62 | 43 b | a3b2 | 55 a |
| B | 85 a | 2 | 63 a | a ₂ : 59.24 | 47 ab | a3b1 | 52 ab |
| C | 79 a | 3 | 64 a | a ₃ : 88.86 | 52 a | a3b3 | 50 ab |
| D | 78 a | 4 | 64 a | AN | * | a2b2 | 49 b |
| E | 80 a | 5 | 66 a | C. V. (%) | 19.9 | a2b1 | 48 b |
| F | 71 a | 6 | 69 a | Factor B: Fraccionamientos | | a2b3 | 45 bc |
| G | 70 a | 7 | 60 a | b ₁ : 100 % 25 dds | 47 ab | a1b3 | 44 c |
| C.V. | 17.5 | 8 | 61 a | b ₂ : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds | 49 a | a1b2 | 43 c |
| AN | NS | 9 | 63 a | b ₃ : 100 % 45 dds | 46 ab | a1b1 | 42 c |
| | | 10 | 62 a | AN | * | AN | * |
| | | 11 | 60 a | C. V. (%) | 12.9 | C.V. | 10.05 |
| | | 12 | 60 a | | | | |
| | | C.V. | 14.90 | | | | |
| | | AN | NS | | | | |

Trat = tratamiento; H/ptas = hojas/planta; AN = andeva; C.V. = coeficiente de variación en porcentaje.

3.3. Efecto del mejoramiento de tres componentes del sistema tradicional de producción del ajonjolí sobre el rendimiento y sus principales componentes

3.3.1. Número de cápsulas por planta

El número de cápsulas por planta varía en dependencia del tipo de crecimiento de la variedad, y éstas pueden producir de 1 a 3 cápsulas/axila. El comportamiento de esta variable se afecta por factores ambientales y del manejo que se le dé al cultivo (Uriarte & Tapia, 1997).

En la Tabla 9 se presentan los resultados del análisis estadísticos de la variable cápsulas por planta para los tres componentes del sistema de producción del cultivo del ajonjolí. Se puede observar que para las densidades de siembra no hubo efecto significativo de tratamiento, sin embargo, si analizamos el comportamiento numérico de las medias, se puede apreciar que hay una tendencia a aumentar el número de cápsulas/planta en la medida que se incrementaron las densidades de siembra hasta el tratamiento D. A partir de ahí, si se incrementan las densidades disminuye el número de cápsulas/planta. Estos resultados confirman a los encontrados por Bonsú (1977), al evaluar en ajonjolí diferentes densidades de siembra y encontró que a mayor espaciamiento entre planta e hilera el número de cápsulas/planta se incrementa.

Para el componente periodos de enmalezamiento y de control de malezas se pueden observar que en los tratamientos 10, 11 y 12 se alcanzó la mayor producción de cápsulas oscilando entre 160 y 162 cápsulas por planta y sin diferencias significativas entre las mismas; en segundo lugar quedaron los tratamientos 8 y 9 (136 y 141 cápsulas/planta); el tercer lugar lo ocuparon los tratamientos 3 y 7 con 124 y 118 cápsulas/planta; en cuarto lugar quedaron los tratamientos 1 y 2 con 104 y 106 cápsulas/planta; en quinto lugar quedaron los tratamientos 4 y 5 (93 y 90 cápsulas/planta) y finalmente el tratamiento 6 con 74 cápsulas/planta quedó en último lugar. Estas diferencias significativas encontradas entre los tratamientos se deben al efecto de interferencia que se dio entre las malezas y el cultivo.

Para el componente niveles y fraccionamientos, cuando se aplicó 88.86 kg/ha de nitrógeno se obtuvo el mayor número de cápsulas/plantas (162 cápsulas/planta) diferenciándose estadísticamente del resto de los niveles del Factor A. Para el Factor B (Fraccionamiento del nitrógeno), el mayor rendimiento de cápsulas se obtuvo cuando del nitrógeno se aplicó 50 por ciento a los 25 dds y 50 por ciento a los 45 dds (nivel b_2) y la mejor combinación de los factores fue el tratamiento a_3b_2 quien desarrollo 184 cápsulas por planta y difiriendo estadísticamente del resto de los tratamientos.

Tabla 9.Efecto del mejoramiento de tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí sobre el número de cápsulas por planta. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999

| Densidad de siembra | | Períodos de enmalezamiento y de control | | Niveles y fraccionamientos del nitrógeno | | | |
|---------------------|--------|---|--------|--|--------|----------|--------|
| | | | | Factores en estudios | | AxB | |
| Trat | C/ptas | Trat | C/ptas | Factor A: Niveles de N | C/ptas | Trat | C/ptas |
| A | 117 a | 1 | 104 d | a_1 : 29.62 | 108 c | a_3b_2 | 184 a |
| B | 118 a | 2 | 106 d | a_2 : 59.24 | 127 b | a_3b_1 | 162 b |
| C | 120 a | 3 | 124 c | a_3 : 88.86 | 162 a | a_3b_3 | 141 c |
| D | 122 a | 4 | 93 e | AN | * | a_2b_2 | 138 c |
| E | 117 a | 5 | 90 e | C. V. (%) | 19.3 | a_2b_1 | 123 d |
| F | 116 a | 6 | 74 f | Factor B: Fraccionamientos | | a_2b_3 | 121 d |
| G | 115 a | 7 | 118 c | b_1 : 100 % 25 dds | 130 b | a_1b_2 | 112 e |
| C.V. | 15.0 | 8 | 136 b | b_2 : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds | 145 a | a_1b_3 | 108 e |
| AN | NS | 9 | 141 b | b_3 : 100 % 45 dds | 132 b | a_1b_1 | 104 e |
| | | 10 | 160 a | AN | * | AN | * |
| | | 11 | 161 a | C. V. (%) | 17.44 | C.V. | 17.14 |
| | | 12 | 162 a | | | | |
| | | C.V. | 22.4 | | | | |
| | | AN | * | | | | |

Trat = tratamiento; C/ptas =cápsulas/plantas; AN= andeva; C.V. = coeficiente de variación en porcentaje.

3.3.2. Número de semillas por cápsulas

El número de semillas por cápsulas es una característica genética propia de cada variedad que varía en un rango limitado según las condiciones ambientales y el manejo que se le de al cultivo (Uriarte & Tapia, 1997).

Se puede observar en la Tabla 10 que los diferentes componentes del sistema no presenta diferencias significativas estadísticas entre sus medias. No obstante, se analiza el comportamiento numérico de las medias se puede apreciar que para las densidades de siembra las mismas tuvieron muy poca variación, lo cual hace suponer que las diferentes densidades de siembra evaluadas no influyeron en el número de granos/cápsulas. Estos resultados concuerdan con los encontrados por Delgado & Yermanos (1975) en un estudio de densidad de siembra en el cultivo del ajonjolí, donde reportan diferencias no significativas para esta variable.

Para los diferentes períodos de enmalezamiento y de control de malezas, las diferencias no significativas encontradas entre los tratamientos evaluados nos indican que las malezas controladas a diferentes días después de la siembra y los períodos de enmalezamiento no influyeron en la formación de número de semillas por cápsula. Estos resultados son corroborados por Alvarado & Cruz (1998), en un estudio similar de período crítico de competencia de malezas en el cultivo del ajonjolí, utilizando la variedad Mejicana, donde no encontraron diferencias significativas para el número de semillas/capsula.

Para los factores en estudio y su interacción las diferencias estadísticas no significativas encontradas nos induce a inferir que las diferentes dosis, fraccionamiento y la combinación de ambos no modificaron este carácter. Estos resultados concuerdan con los presentados por Flores & García (1998), en donde estudiaron las mismas dosis y fraccionamiento del nitrógeno estudiadas en este trabajo en la variedad Mejicana, y encontraron para la variable número de semillas por cápsula diferencias no significativas para el factor A (niveles de nitrógeno), factor B (fraccionamientos) y la interacción niveles y fraccionamientos.

Tabla 10.Efecto del mejoramiento de tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí sobre el número de semillas por cápsula. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999

| Densidad de siembra | | Períodos de enmalezamiento y de control | | Niveles y fraccionamientos del nitrógeno | | | |
|---------------------|---------|---|---------|---|---------|-------|---------|
| | | | | Factores en estudios | | A x B | |
| Trat | Sem/cap | Trat | Sem/cap | Factor A: Niveles de N | Sem/cap | Trat | Sem/cap |
| A | 70 a | 1 | 77 a | a ₁ : 29.62 | 73 a | a3b1 | 81 a |
| B | 71 a | 2 | 72 a | a ₂ : 59.24 | 79 a | a2b2 | 80 a |
| C | 72 a | 3 | 76 a | a ₃ : 88.86 | 80 a | a3b3 | 80 a |
| D | 73 a | 4 | 79 a | AN | NS | a2b1 | 79 a |
| E | 72 a | 5 | 74 a | C. V. (%) | 7.51 | a3b2 | 79 a |
| F | 73 a | 6 | 75 a | Factor B: Fraccionamientos | | a2b3 | 78 a |
| G | 71 a | 7 | 78 a | b ₁ : 100 % 25 dds | 78 a | a1b2 | 76 a |
| C.V. | 11.42 | 8 | 74 a | b ₂ : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds | 78 a | a1b1 | 75 a |
| AN | NS | 9 | 73 a | b ₃ : 100 % 45 dds | 76 a | a1b3 | 69 a |
| | | 10 | 74 a | AN | NS | AN | NS |
| | | 11 | 77 a | C. V. (%) | 7.61 | C.V. | 7.61 |
| | | 12 | 70 a | | | | |
| | | C.V. | 11.9 | | | | |
| | | AN | NS | | | | |

Trat = tratamiento; Sem/cap=semillas/cápsulas; AN= andeva; C.V. = coeficiente de variación en porcentaje.

3.3.3. Peso de mil semillas

El peso de mil semillas es un carácter que está determinado genéticamente. Para el cultivo del ajonjolí, el mismo varía según la variedad en un rango de 2.2 a 3.7 gramos/1000 semillas. Además se ha determinado que las variedades reaccionan fuertemente a la falta de humedad en el suelo (PAAT, 1992).

Al respecto, Zapata & Orozco (1991), plantean que esta variable demuestra la capacidad de trasladar los nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo al grano en la etapa reproductiva.

Al analizar los resultados estadísticos del peso de 1000 semillas (Tabla 11) no se encontraron diferencias significativas para los tratamientos en estudio de los diferentes componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí, apreciándose que el valor numérico de las medias se desplazó entre 2.6 a 2.9 gramos/1000 semillas.

Tabla 11. Efecto del mejoramiento de tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí sobre el peso de mil semillas en gramos. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999

| Densidad De siembra | | Períodos de Enmalezamiento y de control | | Niveles y fraccionamientos del nitrógeno | | | |
|------------------------|-------|---|-------|---|-------|-------|-------|
| | | | | Factores en estudio | | A x B | |
| Trat | Pms | Trat | Pms | Factor A: Niveles de N | Pms | Trat | Pms |
| A | 2.9 a | 1 | 2.6 a | a ₁ : 29.62 | 2.8 a | a2b3 | 2.9 a |
| B | 2.9 a | 2 | 2.6 a | a ₂ : 59.24 | 2.8 a | a3b1 | 2.9 a |
| C | 2.9 a | 3 | 2.6 a | a ₃ : 88.86 | 2.9 a | a3b2 | 2.9 a |
| D | 2.8 a | 4 | 2.6 a | AN | NS | a3b3 | 2.9 a |
| E | 2.9 a | 5 | 2.8 a | C. V. (%) | 7.11 | a1b1 | 2.8 a |
| F | 2.8 a | 6 | 2.6 a | Factor B: Fraccionamientos | | a1b3 | 2.8 a |
| G | 2.8 a | 7 | 2.8 a | b ₁ : 100 % 25 dds | 2.8 a | a2b1 | 2.8 a |
| C.V. | 5.7 | 8 | 2.7 a | b ₂ : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds | 2.8 a | a2b2 | 2.8 a |
| AN | NS | 9 | 2.6 a | b ₃ : 100 % 45 dds | 2.9 a | a1b2 | 2.7 a |
| | | 10 | 2.6 a | AN | NS | AN | NS |
| | | 11 | 2.6 a | C. V. (%) | 5.19 | C.V. | 5.19 |
| | | 12 | 2.7 a | | | | |
| | | C.V. | 15.8 | | | | |
| | | AN | NS | | | | |

Trat = tratamiento; Pms= peso mil semillas; AN= andeva; C.V. = coeficiente de variación en porcentaje.

Estos resultados coinciden con los encontrados por Toruño (1987), quién realizó un estudio de 8 variedades de ajonjolí, y encontró que el peso de mil semillas para la variedad Cuyumaqui fue de 2.9 gramos.

3.3.4. Plantas cosechadas por hectárea

Mazzani & Cobo (1984) señalan que el rendimiento está influenciado por la población y espacio y que una densidad óptima de plantación manifestará el máximo rendimiento de una variedad. Al respecto, Tapia (1980) manifiesta que a mayor número de plantas que lleguen al momento de la cosecha, así será también el rendimiento del producto a cosechar.

En este estudio, la población inicial de plantas/ha para el componente de densidad de siembra se ajustó a la descrita en la Tabla 2 y la población final se presenta en la Tabla 12 donde se puede apreciar diferencias significativas entre los tratamientos estudiados. Estas diferencias encontradas en los distintos tratamientos sobre la población final se deben a que la población inicial una vez establecida después del raleo, la misma se vio afectada durante el crecimiento y desarrollo de la plantación por el factor climático del viento. Producto de esto, se perdieron plantas en su etapa temprana de desarrollo, incrementándose este volcamiento en aquellos tratamientos con mayores densidades de siembra.

Para el estudio de los períodos de enmalezamiento y de control de malezas, así como el de niveles y fraccionamiento del nitrógeno, se utilizó la densidad de 119.043 plantas/ha con una distancia de siembra de 0.70 m entre surco y 0.12 m dentro del surco y se logró mantener la misma hasta el momento de la cosecha. Esto se pudo lograr realizando las prácticas agronómicas al cultivo de forma manual y teniendo el cuidado de no dañar la población establecida después del raleo. Dado que esta variable solo puede verse afectada por factores ambientales, plagas, enfermedades daños mecánicos, etc. los tratamientos aplicados a las unidades experimentales no ejercen ninguna influencia sobre los mismos, por lo tanto, se observa un efecto no significativo de los tratamientos, tal como se puede apreciar en la Tabla 12.

Tabla 12. Efecto del mejoramiento de tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí sobre el número de plantas cosechadas/ha. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999

| Densidad de siembra | | Períodos de enmalezamiento y de control | | Niveles y fraccionamientos del nitrógeno | | | |
|---------------------|------------|---|-----------|---|-------------|------|-----------|
| | | | | Factores en estudios | | AxB | |
| Trat | PC/ha | Trat | PC/ha | Factor A: Niveles de N | PC/ha | Trat | PC/ha |
| A | 86 535 b | 1 | 119 000 a | a ₁ : 29.62 | 118 971.0 a | a3b1 | 119 043 a |
| B | 93 746 b | 2 | 118 700 a | a ₂ : 59.24 | 118 896.3 a | a3b2 | 119 029 a |
| C | 102 268 ab | 3 | 119 000 a | a ₃ : 88.86 | 118 950.7 a | a1b1 | 119 023 a |
| D | 107 138 ab | 4 | 119 000 a | AN | NS | a2b2 | 119 010 a |
| E | 102 560 ab | 5 | 119 000 a | C. V. (%) | 7.8 | a1b3 | 119 000 a |
| F | 111 107 a | 6 | 118 700 a | Factor B: Fraccionamientos | | a1b2 | 118 890 a |
| G | 121 208 a | 7 | 118 800 a | b ₁ : 100 % 25 dds | 118 985.3 a | a2b1 | 118 890 a |
| C.V. | 5.73 | 8 | 119 000 a | b ₂ : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds | 118 976.3 a | a2b3 | 118 789 a |
| AN | * | 9 | 118 890 a | b ₃ : 100 % 45 dds | 118 856.4 a | a3b3 | 118 780 a |
| | | 10 | 118 980 a | AN | NS | AN | NS |
| | | 11 | 119 000 a | C. V. (%) | 9.5 | C.V. | 13.7 |
| | | 12 | 119 000 a | | | | |
| | | C.V. | 13.7 | | | | |
| | | AN | NS | | | | |

Trat = tratamiento; PC/ha= plantas cosechada/ha; AN= andeva; C.V. = coeficiente de variación en porcentaje.

3.3.5. Plantas acamadas por ha

El número de plantas acamadas es un factor de suma importancia ya que influye en el rendimiento del cultivo. En el ajonjolí, las plantas acamadas dificultan el corte y emparve de las plantas (Olivas & Munguía, 1999).

En la Tabla 13 se presentan los resultados estadísticos de esta variable. Se aprecia que para el componente densidad de siembra los mayores valores se obtuvieron con los tratamientos E, F y G sin diferencias significativas entre ellos y difiriendo con el resto de los tratamientos y los valores más bajos se alcanzaron con los tratamientos A, B, C y D.

Estas diferencias encontradas entre las densidades, se debe al acame que sufrieron las plantas producto del debilitamiento del grosor del tallo como efecto de respuesta de las plantas a los distintos tratamientos evaluados. Estos resultados coinciden con los de Cuadra (1988) y López (1990) quienes mencionan que al aumentarse las densidades de siembra se incrementa el acamado del cultivo. Para los componentes de períodos de enmalezamiento y de control de malezas, niveles y fraccionamiento del nitrógeno y la interacción niveles y fraccionamientos no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

Tabla 13. Efecto del mejoramiento de tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí sobre el número de plantas acamadas por ha. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999

| Densidad de siembra | | Períodos de enmalezamiento y de control | | Niveles y fraccionamientos del nitrógeno | | | |
|---------------------|----------|---|---------|---|---------|-------|--------|
| | | | | Factores en estudios | | A x B | |
| Trat | PA/ha | Trat | PA/ha | Factor A: Niveles de N | PA/ha | Trat | PA/ha |
| A | 4 326 ab | 1 | 5 356 a | a ₁ : 29.62 | 5 333 a | a2b2 | 5400 a |
| B | 4 687 ab | 2 | 5 356 a | a ₂ : 59.24 | 5 372 a | a2b1 | 5360 a |
| C | 5 113 ab | 3 | 5 366 a | a ₃ : 88.86 | 5 357 a | a3b1 | 5360 a |
| D | 5 356 ab | 4 | 5 376 a | AN | NS | a1b1 | 5356 a |
| E | 10 256 a | 5 | 5 386 a | C. V. (%) | 8.5 | a2b3 | 5356 a |
| F | 11 111 a | 6 | 5 396 a | Factor B: Fraccionamientos | | a3b2 | 5356 a |
| G | 12 121 a | 7 | 5 388 a | b ₁ : 100 % 25 dds | 5 358 a | a3b3 | 5356 a |
| C.V. | 5.8 | 8 | 5 380 a | b ₂ : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds | 5 352 a | a1b3 | 5344 a |
| AN | * | 9 | 5 379 a | b ₃ : 100 % 45 dds | 5 352 a | a1b2 | 5300 a |
| | | 10 | 5 366 a | AN | NS | AN | NS |
| | | 11 | 5 355 a | C. V. (%) | 9.7 | C.V. | 10.7 |
| | | 12 | 5 358 a | | | | |
| | | C.V. | 7.8 | | | | |
| | | AN | NS | | | | |

Trat = tratamiento; PA/ha= plantas acamadas/ha; AN= andeva; C.V. = coeficiente de variación en porcentaje.

3.3.6. Rendimiento en kg/ha

El rendimiento es el resultado del efecto combinado de muchos factores tanto genéticos como ecológicos, así como la interacción del genotipo con el medio ambiente, incluyendo dentro de este ultimo la actividad humana mediante el manejo que se le dé a la plantación (González & Bervis, 1993). Al respecto, Alvarado (1999) plantea, que esta es la variable principal en cualquier cultivo y determina la eficiencia con que las plantas hacen uso de los recursos existentes en el medio unido al potencial genético de la variedad los cuales se relacionan entre sí para expresarse en producción de grano por hectárea.

Según el análisis de varianza realizado a esta variable, demuestra que existe efecto real de tratamiento para los tres componentes del sistema de producción del cultivo del ajonjolí. Para las densidades de siembra evaluadas (Tabla 14), el tratamiento D (119 043 plantas/ha) alcanzó el máximo rendimiento de 991 kg/ha y difiriendo estadísticamente con el resto de las densidades; en segundo lugar quedaron el tratamiento C y E (711 y 888 kg/ha); el tercer lugar lo ocuparon los tratamientos B y D (638 y 888 kg/ha); finalmente, en cuarto lugar quedaron los tratamientos A y G (538 y 546 kg/ha). Estas diferencias de rendimiento de grano encontradas para cada uno de los tratamientos, se deben a que el cultivo fue afectado su crecimiento y rendimiento por cada una de las densidades de siembra evaluadas, ya que las plantas compitieron entre ellas mismas por la luz, el agua y nutrientes del suelo. Esta competencia se mantuvo en equilibrio y fue minimizada con el tratamiento D (119 043 plantas/ha), lo cual permitió que el cultivo desarrollara su máximo de rendimiento de grano. Estos Resultados concuerdan con los encontrados por Uriarte y Tapia (1997) en un estudio similar pero con la variedad Mejicana, en donde la densidad de 119 043 plantas/ha indujo a obtener el mayor rendimiento de grano.

Para el componente periodos de enmalezamiento y de control de malezas (Tabla 14) se observa que el mayor rendimiento (1 131 kg/ha) se obtuvo cuando el cultivo se mantuvo sin malezas hasta los 100 dds (T_{12}), este tratamiento no difiere significativamente de los tratamientos 10 y 11 (limpio hasta los 60 y 70 dds); en segundo lugar los tratamientos 1 y 2 (1 055 y 1 023 kg/ha); en tercer lugar el tratamiento 9 con 931 kg/ha; en cuarto lugar los tratamientos 3, 4 y 8 (674, 610 y 657 kg/ha respectivamente) y en último lugar quedaron los tratamientos 5, 6, y 7 (528, 389 y 432 kg/ha). Es evidente que los diferentes periodos de enmalezamiento y de control de malezas afectaron significativamente el rendimiento del cultivo, ya que las malezas son fuertes competidoras por el agua, luz y nutrientes del suelo, provocando con esta competencia una disminución en el rendimiento de grano; por lo tanto, resulta indispensable el control de las malezas durante el periodo crítico de competencia. Al respecto, Labrada (1983) considera que el periodo crítico es la etapa del periodo vegetativo en el cual las malas hierbas ocasionan los mayores daños a las plantas cultivadas y lo define como el periodo de desarrollo durante el cual las plantas cultivadas son más susceptibles a la competencia de las malezas. Para determinar este periodo crítico, se graficaron los resultados del rendimiento de tratamientos, tal como se pueden apreciar en la Figura 5 las líneas del rendimiento tanto de los tratamientos enmalezados hasta como el de los limpios hasta. Esta figura nos permite ubicar el principio y el fin del periodo crítico de competencia de malezas; el comienzo del periodo crítico se puede observar que inicia cuando el rendimiento en los tratamientos enmalezados hasta comienza a disminuir a partir de los 15 dds y finaliza cuando el incremento del rendimiento en los tratamientos limpios hasta deja de incrementarse significativamente a partir de los 6

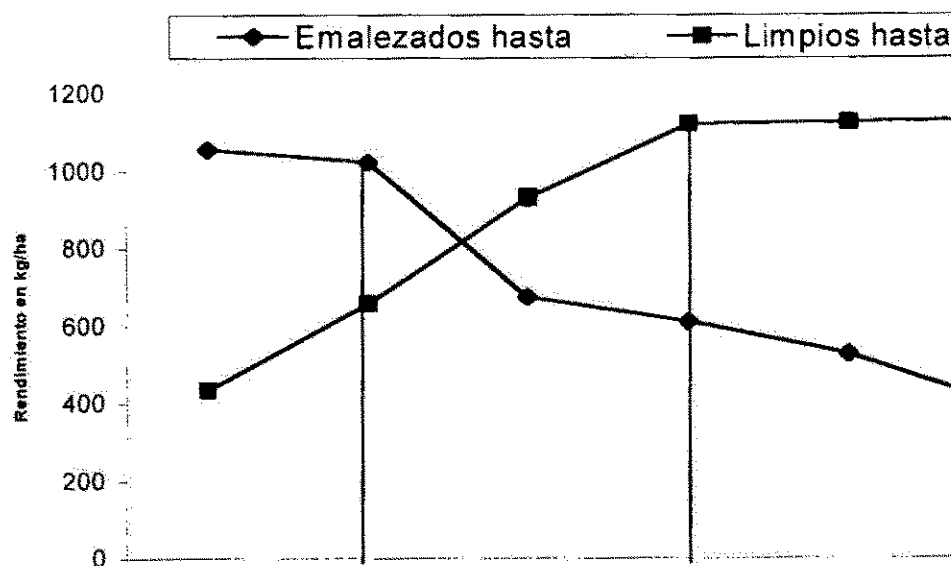


Figura 5. Determinación del período crítico de competencia de malezas en el cultivo del ajonjolí, variedad Cuyumaqui. Finca La Concepción. Época de postrera de 1999. Nagarote, León Nicaragua

Al evaluar el comportamiento del factor A (dosis de nitrógeno), factor B (fraccionamientos del nitrógeno) y la interacción (dosis de nitrógeno con fraccionamiento) se encontró efecto significativo de tratamiento. Si se observa (Tabla 14) el efecto principal del factor A (dosis de nitrógeno), nos muestra que cuando se aplicó las dosis de 88.86 kg/ha de nitrógeno se obtuvo el mayor rendimiento de grano del cultivo (1 056.3 kg de grano/ha). Para el efecto principal del factor B (fraccionamientos), el mayor rendimiento se dio cuando se aplicó fraccionado el nitrógeno 50 por ciento a los 25 dds y 50 por ciento a los 45 dds (nivel b_2), obteniéndose una producción de grano de 903 kg /ha. Al analizar el efecto de la interacción de ambos factores se puede apreciar que el primer lugar lo alcanzó el tratamiento a_3b_2 , (con 1 450 kg de grano/ha) y difiriendo significativamente con el resto de los tratamientos. Cuando se aplicó las combinaciones a_1b_1 , a_1b_2 y a_1b_3 el rendimiento fue el mas bajo (374.8, 410 y 342 kg/ha) y sin diferencias significativas entre ellos. Similares resultados obtuvieron Flores & García (1998) en un estudio de diferentes niveles y fraccionamiento del nitrógeno sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del ajonjolí, pero con una variedad diferente (Mejicana).

Tabla 14. Efecto del mejoramiento de tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí sobre el rendimiento de grano en kg/ha. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999

| Densidad de siembra | | Períodos de enmalezamiento y de control | | Niveles y fraccionamiento del nitrógeno | | | |
|---------------------|-------|---|---------|---|-----------|-------|-----------|
| | | | | Factores en estudios | | A x B | |
| Trat | Rend | Trat | Rend | Factor A: Niveles de N | Rend | Trat | Rend |
| A | 538 d | 1 | 1 055 b | a ₁ : 29.62 | 377.3 c | a3b2 | 1 450.0 a |
| B | 638 c | 2 | 1 023 b | a ₂ : 59.24 | 786.7 b | a3b1 | 900.0 b |
| C | 711 b | 3 | 674 d | a ₃ : 88.86 | 1 056.3 a | a2b2 | 850.0 b |
| D | 991 a | 4 | 610 d | AN | * | a3b3 | 819.0 bc |
| E | 888 b | 5 | 528 e | C. V. (%) | 14.4 | a2b3 | 760.0 c |
| F | 651 c | 6 | 389 e | Factor B: Fraccionamiento | | a2b1 | 750.0 c |
| G | 546 d | 7 | 432 e | b ₁ : 100 % 25 dds | 676.6 b | a1b2 | 410.0 cd |
| C.V. | 9.8 | 8 | 657 d | b ₂ : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds | 903.0 a | a1b1 | 379.8 d |
| AN | * | 9 | 931 c | b ₃ : 100 % 45 dds | 640.3 c | a1b3 | 342.0 d |
| | | 10 | 1 121 a | AN | * | AN | * |
| | | 11 | 1 124 a | C. V. (%) | 12.6 | C.V. | 8.2 |
| | | 12 | 1 131 a | | | | |
| | | C.V (| | | | | |
| | | AN | | | | | |

Trat = tratamiento; Rend= rendimiento en kg/ha; AN= andeva; C.V. = coeficiente de variación en porcentaje.

3.4. Análisis económico a los datos de los tratamientos del ensayo de niveles y fraccionamiento del nitrógeno

Con el propósito de determinar la factibilidad económica de los tratamientos, se llevo a cabo el análisis económico de los mismos, tomando en cuenta el presupuesto parcial, el análisis de dominancia y el análisis de tasa de retorno marginal, tal como lo propone la metodología del CIMMYT (1988).

3.4.1. Presupuesto parcial

Para la realización de este presupuesto, se tomaron en cuenta los precios vigentes durante el desarrollo del estudio y el precio del ajonjolí al momento de la cosecha fue de C\$ 200.00 córdobas por saco de 45.45 kg de peso.

En la Tabla 15 se presenta el presupuesto parcial de los 9 tratamientos en estudio. Se pueden observar que la primera línea del presupuesto se presenta los rendimientos medios obtenidos de cada tratamiento. Estos rendimientos se ajustaron a un 10 %, con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con ese tratamiento, tal como se puede observar el rendimiento ajustado en la línea cuatro. En la línea 9 se pueden apreciar el total de los costos variables para cada tratamiento, alcanzando los mayores costos variables aquellos tratamientos en donde se aplicaron la mayor dosis de nitrógeno (a_3b_1 , a_3b_2 y a_3b_3); pero su vez, estos tratamientos generaron los mayores beneficios netos siendo el tratamiento a_3b_1 quien obtuvo el mayor beneficio neto de C\$ 3, 182 Córdobas/ha.

3.4.2. Análisis de Dominancia

El análisis de Dominancia, nos permite discriminar aquellos tratamientos que tengan beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costo que varía más bajos, al realizar este análisis a los tratamientos en estudio, se encontró que los tratamientos a_2b_2 , a_3b_3 , y a_3b_2 resultaron dominados.

Tabla 15. Presupuesto parcial de los tratamientos. Ensayo de niveles y fraccionamiento del nitrógeno. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999

| Componentes del Presupuesto Parcial | Tratamientos | | | | | | | | |
|--|--------------|------|------|------|-------|-------|------|------|-------|
| | alb1 | alb2 | alb3 | a2b1 | a2b2 | a2b3 | a3b1 | a3b2 | a3b3 |
| Rend Kg/ha | 380 | 410 | 380 | 750 | 410 | 760 | 900 | 850 | 819 |
| Ajuste (10 %) | 38 | 41 | 38 | 75 | 41 | 76 | 90 | 85 | 81.9 |
| Rend Ajust (kg/Ha) | 342 | 369 | 342 | 675 | 369 | 684 | 810 | 765 | 737.1 |
| Beneficio Bruto de Campo (C\$/ha) | 1505 | 1624 | 1505 | 2970 | 1624 | 3010 | 3564 | 3366 | 3244 |
| Costo de aplicar urea (C\$/ha) | 50 | 100 | 50 | 50 | 100 | 50 | 50 | 100 | 50 |
| Costo de la Urea (C\$/Ha) | 111 | 111 | 111 | 222 | 221.6 | 221.5 | 332 | 332 | 332 |
| Total de Costos variables (C\$/Ha) | 161 | 211 | 161 | 272 | 322 | 272 | 382 | 432 | 382 |
| Beneficios Netos | 1344 | 1413 | 1344 | 2699 | 1302 | 2738 | 3182 | 2934 | 2861 |

Tabla 16. Análisis de dominancia de los tratamientos. Ensayo de niveles y fraccionamiento del nitrógeno. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999

| Tratamientos | Costos Variables | Beneficios netos | Dominados |
|--------------|------------------|------------------|-----------|
| alb1 | 161 | 1344 | |
| alb3 | 162 | 1344 | |
| alb2 | 211 | 1413 | |
| a2b1 | 272 | 2699 | |
| a2b3 | 272 | 2738 | |
| a2b2 | 322 | 1302 | D |
| a3b1 | 382 | 3182 | |
| a3b3 | 382 | 2861 | D |
| a3b2 | 432 | 2934 | D |

Un elemento que llama la atención es que los tratamientos, alb1 y alb3, tienen los mismos costos variables e iguales beneficios netos, lo que indicaría que ambos tratamientos son económicamente viables, es decir a bajas dosis de fertilizante es igual aplicar el fertilizante a los 20 que a los 40 días, teniendo una mejora en los rendimientos si esta aplicación se fracciona. Situación similar cuando se aplican altas que se repite la tendencia.

3.4.3. Análisis marginal

En el análisis marginal, se calculó la tasa de retorno marginal entre los tratamientos no dominados y se comparó esa tasa de retorno con la tasa de retorno mínima aceptable para el agricultor. Para este estudio, la tasa de retorno mínima aceptable fue del 150 por ciento (CIMMYT, 1988).

En la Tabla 17 se presentan los resultados del análisis marginal de los tratamientos que muestran el beneficio que se obtiene cuando se pasa de un tratamiento a otro. Se puede apreciar que al pasar del tratamiento a_1b_2 al a_2b_1 , se obtuvo la mayor tasa de retorno marginal, además el cambio de un sistema de fertilización media con fraccionamiento a uno de fertilización alta con aplicación a los 20 dds es también económicamente viable.

Tabla 17. Análisis marginal. Ensayo de niveles y fraccionamiento del nitrógeno. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999

| Tratamientos | Costos Variables (C\$/ha) | Costos Marginales (C\$/ha) | Beneficios netos (C\$/ha) | Beneficios Marginales (C\$/ha) | TRM (%) |
|--------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------|
| a1b1 | 161 | | 1344 | | |
| a1b3 | 161 | 0 | 1344 | 0 | 0 |
| a1b2 | 211 | 50 | 1413 | 69 | 138 |
| a2b1 | 272 | 61 | 2699 | 1286 | 2000 |
| a2b3 | 272 | 0 | 2738 | 40 | 1.4 |
| a3b1 | 382 | 111 | 3182 | 444 | 400 |

IV. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos de éste trabajo se llegó a la siguientes conclusiones:

- La mayor abundancia, diversidad y biomasa de malezas se dió en los tratamientos enmalezados hasta los 60, 75 y 100 dds, y en los tratamientos limpios, hasta los 15 y 30 dds.
- El efecto de los tratamientos aplicados para la modificación de los tres componentes del sistema tradicional de producción sobre las variables de crecimiento, fue significativo solamente para la variable altura de planta y diámetro del tallo.
- El número de hojas por planta resultó significativa ante el efecto de los tratamientos del componente niveles y fraccionamiento del nitrógeno.
- De las variables evaluadas al momento de la cosecha, solamente el número de cápsulas/planta y el rendimiento de grano mostró diferencias significativas ante el efecto de los tratamientos aplicados de los tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí evaluado.
- De las siete densidades de siembra evaluadas, la que indujo al mayor rendimiento fue el tratamiento D (119 043 plantas/ha).
- El periodo crítico de competencia de malezas se determinó a partir de los 15 hasta los 60 días después de la siembra.
- Para el rendimiento de grano, los niveles a_3 (88.86 kg/ha) del Factor A; b_2 (fraccionamiento del nitrógeno: 50 por ciento a los 25 dds y 50 % a los 45 dds) del Factor B. Al pasar del tratamiento a_1b_2 al a_2b_1 , se obtuvo la mayor tasa de retorno marginal, además el cambio de un sistema de fertilización media con fraccionamiento a uno de fertilización alta con aplicación a los 20 dds es también económicamente viable.

V. RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta los objetivos propuestos y los resultados obtenidos bajo las condiciones en que se desarrollo esta investigación, se recomienda lo siguiente:

- Sembrar la variedad Cuyumaqui a densidades de 119 043 plantas/ha, para obtener su mayor rendimiento de grano.
- Realizar el control de las malezas del cultivo, desde los 15 hasta que el cultivo cierre calle.
- Aplicar la dosis de nitrógeno de 88.86 kg/ha fraccionada: 50 por ciento a los 25 dds y 50 por ciento a los 45 dds.
- Repetir estos ensayos en otras localidades del país para corroborar estos resultados.

VI. LITERATURA CITADA

- Alemán, F. 1991. Manejo de malezas. Texto Básico. UNA-FAGRO-ESAVE. Managua, Nicaragua. 48 p.
- Alvarado, D. N. 1999. Transformación de tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.), hacia una producción sostenible. Trabajo presentado en la Jornada Científica de Desarrollo Universitario (JUDC) de la Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 40 p.
- Alvarado, D. N. A. & Cruz, V. N. 1998. Determinación del período crítico de competencia de malezas en el cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) variedad Mejicana. Trabajo presentado en el VII Congreso Internacional de manejo integrado de plagas. Managua, Nicaragua. 25 p.
- Avila, S. Hernández, S. & Acevedo, T. 1991. Efecto de la distancia de siembra entre hileras sobre el comportamiento de cuatro variedades de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). Agronomía Tropical. 42 (5-6): 307-320 p.
- Barahona, O. W. & Gago, H. F. 1996. Evaluación de diferentes prácticas culturales en Soya (*Glicine max* L. Merr) y Ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) y su efecto sobre la cenosis de las malezas. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria, FAGRO-E.P.V. Managua, Nicaragua, 69 p.
- Blanco, W. & Mairena, M. 1993. Estudio del efecto de diferentes niveles y fraccionamiento del nitrógeno sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) var. Turen y comparación de costos de tratamientos. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria, FAGRO-E.P.V. Managua, Nicaragua, 50 p.
- Bonsu, K. O. 1977. The effect of spacing and fertilizer application on the growth and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L). Acta Horticulturæ. Cocoa Res. Int. Tafo Ghuana. 53 p

- Centeno, R. A. J. 1994. Efecto de rotación de cultivos y métodos de control de malezas sobre la cenosis de las malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de soya (*Glycine max* L.) c.v. Cristalina y ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) c.v. China Roja. Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria, FAGRO-E.P.V. Managua, Nicaragua, 55 p.
- CIMMYT, 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México, D. F. 79 pp.
- CRAT, 1976. Centro Regional de Ayuda Técnica. Guía para cultivos en los trópicos y sub-trópicos. Ira. Edición en Español. 128 pp.
- Cuadra, R. M. 1988. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, espaciamiento y población sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) Var. NB-6. Tesis Ing. Agrónomo. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Managua, Nicaragua. 67 p.
- Delgado, M. & Yermanos, D. M. 1975. Yield components of sesame (*Sesamum indicum* L) under different population densities. Economic Botany. January-March. Venezuela, 78 pp.
- Flores, M. C. & García, G. K. 1998. Efecto de diferentes niveles y fraccionamiento del nitrógeno sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) variedad Mejicana y análisis económico de los tratamientos. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria, FAGRO-E.P.V. Managua, Nicaragua, 45 p.
- Gómez, O. & Minelli, M. 1990. La producción de Semilla. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Managua, Nicaragua. 210 p.
- González, H. & Bervis, L. 1993. Efecto de diferentes niveles y formas de aplicación del nitrógeno en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L) en labranza cero y condiciones de riego. Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria, FAGRO-E.P.V. Managua, Nicaragua, 30 pp.
- Holdridge, L. 1982. Ecología basada en zonas de vidas. II C.A. San José, Costa Rica. 216 pp.

- Jiménez, F. J. 1996. La producción de cultivos de hortalizas de invernadero en la costa meridional. Madrid, España. 36 p.
- Labrada, R. 1983. Malezas de alta nocividad en las condiciones de la agricultura cubana. Editorial Pueblo y Educación, La Habana Cuba. 80 p.
- López, B. L. 1990. Los cultivos oleaginosos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 191 p.
- MAG, 1971. Manual práctico para interpretación de suelos. Catastro e Inventario de Recursos Naturales. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Managua, Nicaragua 39 p.
- MAG, 1998. Guía Técnica del cultivo del ajonjolí. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua. 29 p.
- Mazzani, B. & Cobo, M. 1984. Efecto de diferentes arreglos de siembra (distanciamiento entre surco y planta) en el cultivo del ajonjolí. Agronomía Tropical. 114 p.
- Moreira, E. & Romero, G. 1999. Determinación del período crítico de competencia de malezas en el cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) var. Cuyumaquí. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria, FAGRO-E.P.V. Managua, Nicaragua, 46 p.
- Olivas, J. & Munguía, F. 1999. Estudio del efecto de siete diferentes densidades de siembra sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.), variedad Cuyumaquí. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria, FAGRO. Managua, Nicaragua, 46 p.
- PAAT. 1992. Guía Técnica de Manejo Integrado del Cultivo del ajonjolí. Convenio MAG-GTZ. Managua, Nicaragua. 35 p.
- Poehlman, C. 1985. Mejoramiento genético de las cosechas. Universidad de Missouri, editorial Limusa. México, D. F. 302 p.

- Pohlan, J. 1994. Arable farming control Demandsiste Karl Marx Universite Leipng Institute of tropical agriculture German Democratic Republic. 114 p.
- Quilantan, V. L. 1993. Logros y aportaciones de las investigaciones agrícolas en los cultivos oleaginosos. S. A. R. H, México, D. F. 10 p.
- Rodríguez, J. M. 1974. Consejos prácticos para la producción del cultivo del ajonjolí en Nicaragua. Segunda Edición . Editorial Nuevos Horizontes. Managua, D.N. 25 p.
- Sánchez, R. R. 1985. Producción de Oleaginosas y Textiles. 2^{da}. Edición. Editorial Limusa S.A. México. 250 p.
- Tapia, B. H. 1980. Manejo de las malezas en plantaciones de frijol en Nicaragua. Instituto Superior de Ciencias Agropecuaria de Managua. Managua, Nicaragua, 65 p.
- Toruño, M. V. 1987. Comparación de ocho variedades de Ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) sobre su crecimiento, desarrollo y rendimiento. Centro Experimental del Algodón (CEA). Posoltega, León. 50 p.
- Uriarte, E. A. & Tapia, O. H. 1997. Estudio del efecto de diferentes densidades de siembra sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) var. Mexicana. Universidad Nacional Agraria, FAGRO-E.P.V. Managua, Nicaragua, 30 p.
- Yagodin, B., A.; Smirnov, J., & Burgski, P., 1982. Agroquímica. Tomo I. Editorial MIR. Moscú. 260 p.
- Zapata, M. & Orozco, H. 1991. Evaluación de diferentes métodos de control de malezas y distancias de siembra sobre la cenosis de malezas, crecimiento, desarrollo y rendimiento en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) variedad Revolución 81 ciclo de postrera. Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria, FAGRO-E.P.V. Managua, Nicaragua, 72 pp.